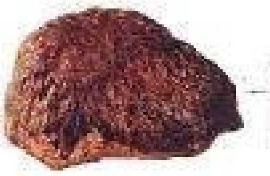
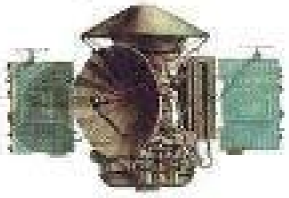
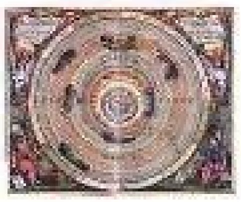
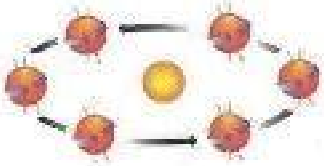
DK مشاهدات علمية





المريخ

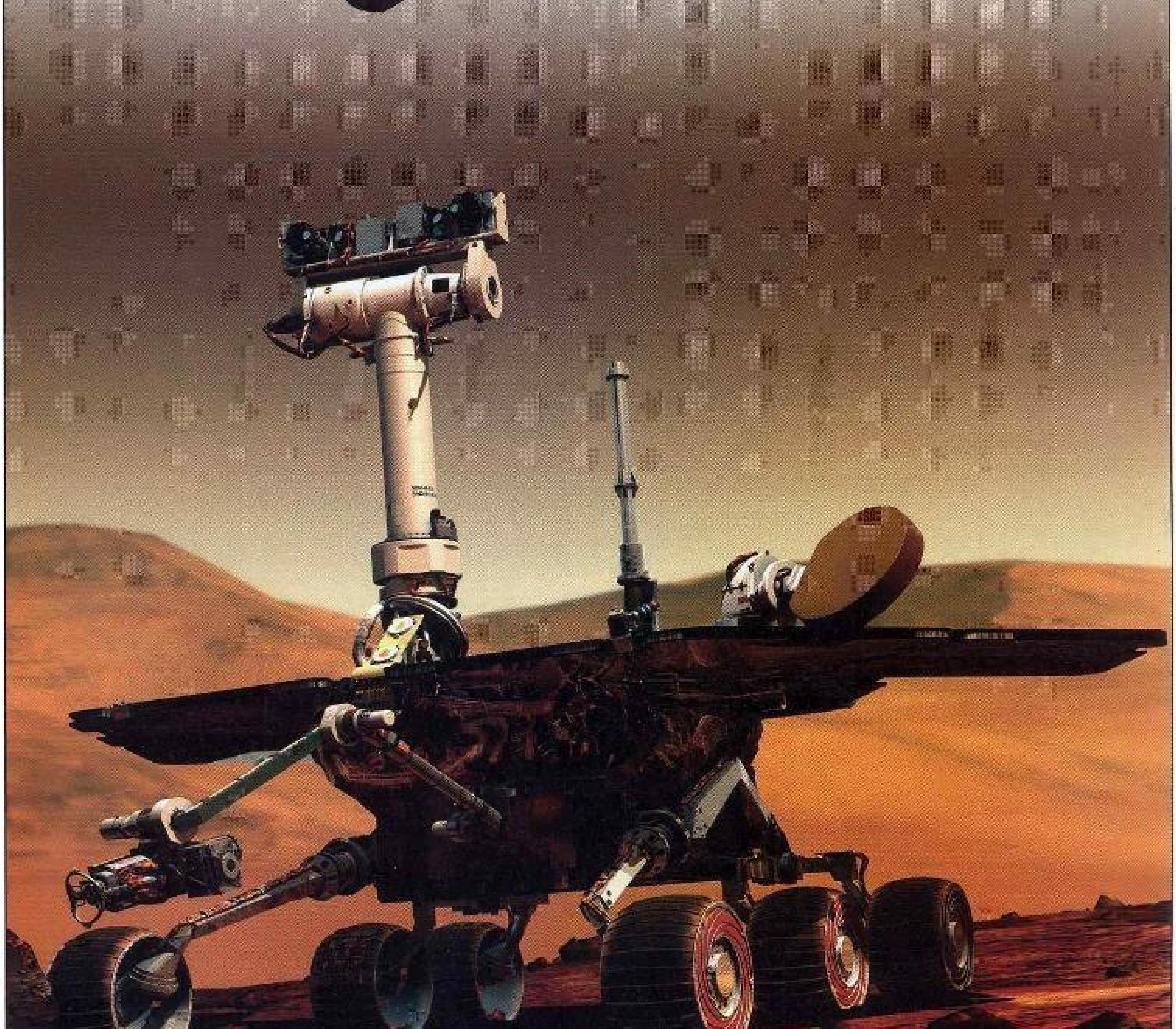
اكتشف أسرار الكوكب الأحمر - من المشاهدات الفلكية
الأولى حتى مستقبل الرحلات الاستكشافية

Ashraf Omar Samour
Arab Commix

DK مشاهدات علمية

مشاهدات علمية

المريخ



رسم توضيحى من رواية «حرب العوالم»
للمؤلف هـ . ج . ويلز

مركبة مارس جلوبال سيرفيور

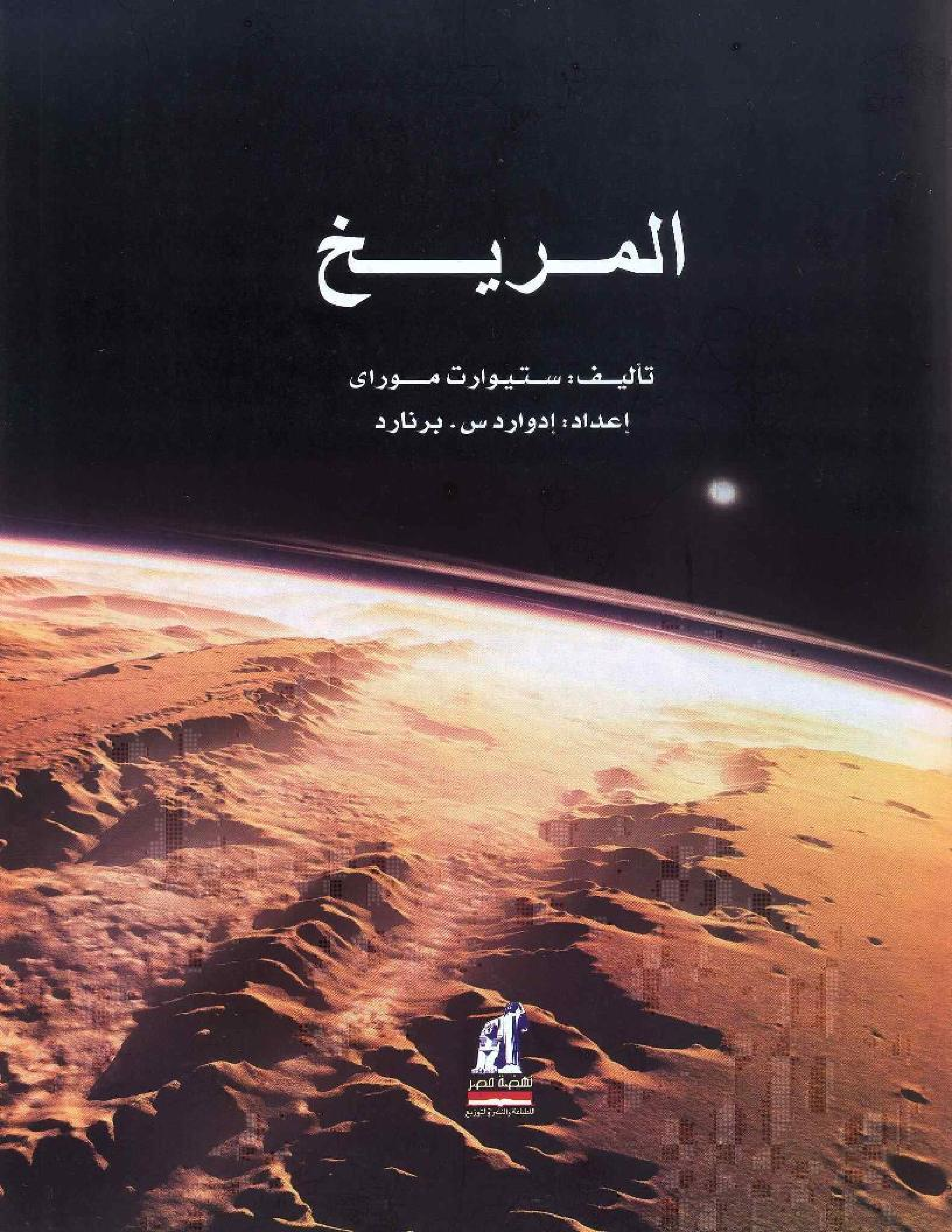
نيزك من المريخ

مجموعة من الفوهات
فى آرابيا تيرا

المريخ
فى العصر النوكى

مركبة باثفايندر
المريخية

هيبارخوس

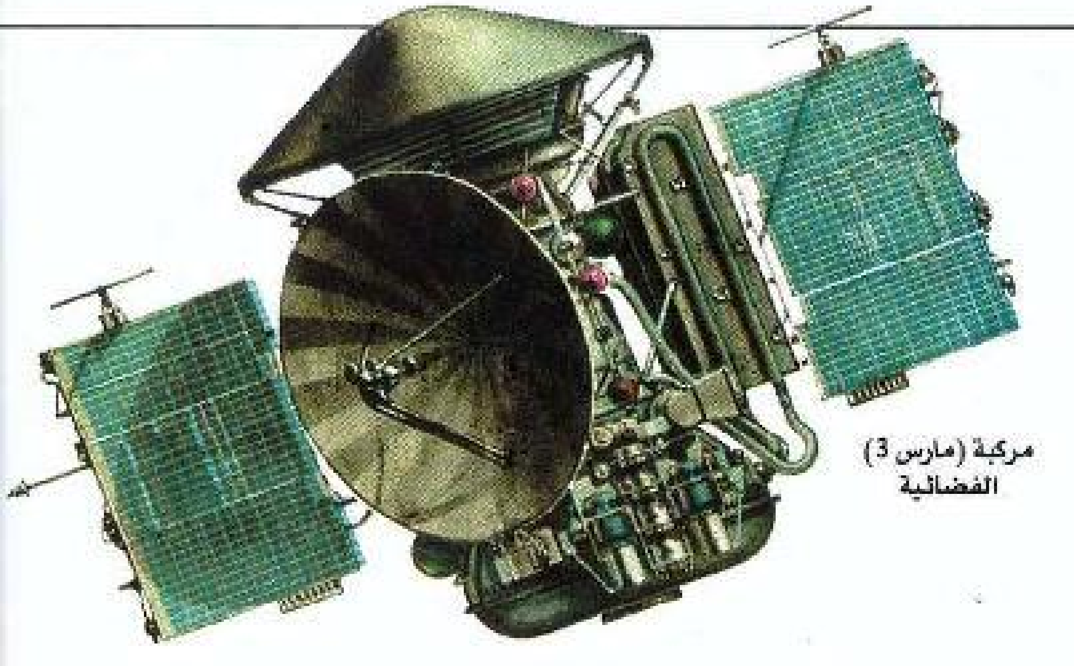


المريخ

تأليف: ستيوارت موراى

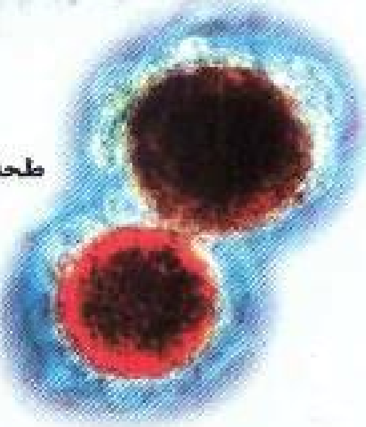
إعداد: إدوارد س. برنارد

نهضة مصر
للطباعة والنشر والتوزيع



مركبة (مارس 3) الفضائية

الوجه الموجود على سطح المريخ



طحلب الجليد

اسم السلسلة: مشاهدات علمية

العنوان: المريخ

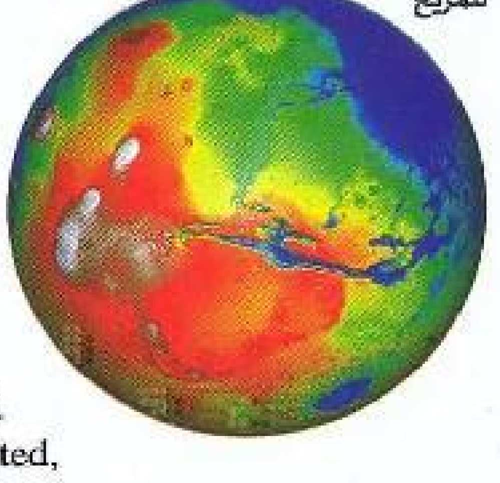
تأليف: ستيوارت موراى

إعداد: إدوارد س. برنارد

ترجمة: عمر فوزى حجاج

إشراف عام: داليا محمد إبراهيم

أبراج الجليد على المريخ



خريطة تضاريس للمريخ

'A Dorling Kindersley Book'
www.dk.com
Original Title :Eyewitness Guides: Mars

Copyright © 2004, 2005 Dorling Kindersley Limited.

Published by arrangement with Dorling Kindersley Limited,
80 Strand, London WC2R0RL.

ترجمة كتاب Mars
تصدرها شركة نهضة مصر للطباعة والنشر والتوزيع
بترخيص من DK

طوافة مريخية مستقبلية

نموذج من قطعة جليد من المريخ

يحظر طبع أو تصوير أو تخزين أى جزء من هذا الكتاب سواء النص أو الصور بأية وسيلة من وسائل تسجيل البيانات، إلا بإذن كتابى صريح من الناشر.

نهضة مصر
للطباعة والنشر والتوزيع
أسسها أحمد محمد إبراهيم سنة ١٩٣٨

الترقيم الدولى: 8-3930-14-977   رقم الإيداع: 2007/15989   الطبعة 1: يوليو 2007

الإدارة العامة:
21 شارع أحمد عرابى - المهندسين - الجيزة
تليفون: 33466434 - 33472864 02
فاكس: 33462576 02

المركز الرئيسى:
80 المنطقة الصناعية الرابعة - مدينة 6 أكتوبر
تليفون: 38330287 - 38330289 02
فاكس: 38330296 02

مركز التوزيع:
18 شارع كامل صدقى - الفجالة - القاهرة
تليفون: 25909827 - 25908895 02
فاكس: 25903395 02

فرع الإسكندرية:
408 طريق الحرية - رشدى
تليفون: 5462090 03

فرع المنصورة:
13 شارع المستشفى الدولى التخصصى - متفرع من شارع عبد السلام عارف - مدينة السلام
تليفون: 2221866 050

Website: www.nahdetmisr.com   **E-mail: publishing@nahdetmisr.com — customerservice@nahdetmisr.com**

المحتويات

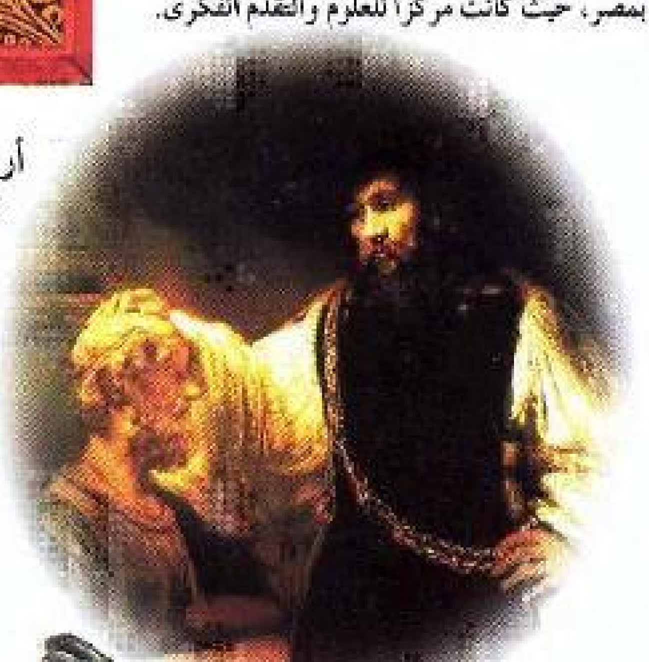
6
المريخ عند القدماء
8
اهتمام الفلكيين بالمريخ
10
المريخ فى الثقافة الشعبية
12
فجر عهد الاستكشاف الفضائى
14
الكشف عن الكوكب الأحمر
16
المريخ فى المجموعة الشمسية
18
مارينر 9 : أول مركبة تحوم حول المريخ
20
أولى المحاولات الناجحة للهبوط على المريخ
22
ثلاثة عصور للمريخ
24
الغلاف الجوى للمريخ
26
قمرا المريخ
28
باثفايندر على المريخ
30
رسم خرائط لسطح المريخ
32
تضاريس المريخ
34
غطاء الجليد القطبى
36
الأخاديد على سطح المريخ
38
الفوهات على سطح المريخ
40
البراكين على سطح المريخ
42
الكثبان الرملية على المريخ
44
الأنهار على المريخ
46
المياه على المريخ
48
الشهب القادمة من المريخ
50
هل توجد حياة على المريخ؟
52
طوافات المريخ وصخوره
54
المهمات الفاشلة
56
المركبة الأوروبية مارس إكسبريس
58
ألغاز المريخ
60
الاستكشافات المستقبلية
62
استعمار المريخ
64
هل تعلم ؟
66
الخط الزمنى
68
اكتشف المزيد
70
المصطلحات
72
الكشاف

الفلكيون الأوائل

لقد جمع بطليموس أفكاره عن الأجرام السماوية من العلماء السابقين له، وقد احتوى كتابه العظيم عن الفلك ـ (المجسطى) ـ على تعاليم كل من الفلكى هيبارخوس (190–120 ق.م) والفيلسوف أرسطو (384–322 ق.م)، وقد توصل هؤلاء المفكرون إلى أن الأرض والأجرام السماوية جزء من الكون – كوزموس باللاتينية – وهو نظام مرتب محكم.

كلوديوس بطليموس

أسهم بطليموس (100–170م) فى كثير من العلوم مثل: الرياضيات والبصريات والجغرافيا، كما سيطرت نظرياته على علم الفلك حتى القرن السادس عشر، ونراه فى الصورة ممسكًا كرةً ذات حلقات – نموذج للسماء – ونرى تلك الكرة كذلك إلى اليمين بجانب هيبارخوس. وقد عاش بطليموس فى مدينة الإسكندرية بمصر، حيث كانت مركزًا للعلوم والتقدم الفكرى.



أرسطو

قسم هذا الفيلسوف الإغريقى الكون إلى أرض وسماء، معتبرًا الأرض فى مركز الكون والأجرام السماوية تدور حولها، ولقد ألهم هذا التصور الذى نادى بمركزية الأرض بطليموس الذى قامت نظرياته على أساس «علم الكون الكروى» الذى وضعه أرسطو.

هيبارخوس

ولد هيبارخوس فى بيثينيا ـ تركيا حاليًا ـ ويعد من أعظم الفلكيين فى التاريخ، كانت أبحاثه فى غاية الدقة، ولقد رصد وحدد مواقع ما يقارب ألفًا من النجوم إلى جانب رصد الكواكب، كما طور أساليب رياضية لتحديد المواقع الجغرافية باستخدام مواقع النجوم، وكان هذا النظام سببًا فى ظهور الملاحة البحرية.

إله الحرب والمعارك

عبد الرومان القدامى الإله مارس (المريخ)، وقد اعتبروه الحارس الإلهى لإمبراطوريتهم، كما اعتقدوا أنه والد كل من رومولوس وريموس اللذين أسسا روما حسب الأساطير الرومانية، وكانت منزلة مارس (المريخ) تعد الثانية مباشرةً بعد جوبيتر (المشترى) رب الأرباب عند الرومان، كما أطلق الرومان اسم (مارس) على ذلك الشهر الذى كان من عادة الجيوش الرومانية أن تبدأ فيه حملاتها العسكرية، ولهذا فإن كلمة (Martial) بالإنجليزية، صفة تعنى «حربى» أو «عسكرى».

مارس (المريخ) فى زى الحرب

كانت روما إمبراطوريةً عظيمة فى القرن الرابع الميلادى، وهو الوقت الذى صُنعَ فيه هذا التمثال البرونزى لمارس مرتديًا زى الحرب، واعتبر مارس (المريخ) حامى الإمبراطور وإله الحرب الأكبر ومعبود الفيالق الرومانية.

المعدن الحامى

اعتبر الرومان أكسيد الحديد (الهيماتيت)، الموضح أعلاه، والحديد عمومًا، رمزًا للمريخ، واعتقد الجنود الرومان أن القلائد المصنوعة من تلك المعادن توفر حماية سحرية لحاملها فى المعركة.

رومولوس وريموس

كان لـ(مارس) إله الحرب ابنان توءمان هما: رومولوس وريموس، وكانت أمهما أميرةً، أوشك الطفلان على الموت لولا أن أنثى ذئب أرضعتهما (الذئب من الحيوانات المقدسة للإله مارس)، وقد شيد التوءمان مدينة روما فى المكان الذى أنقذا فيه.

عملة مارس

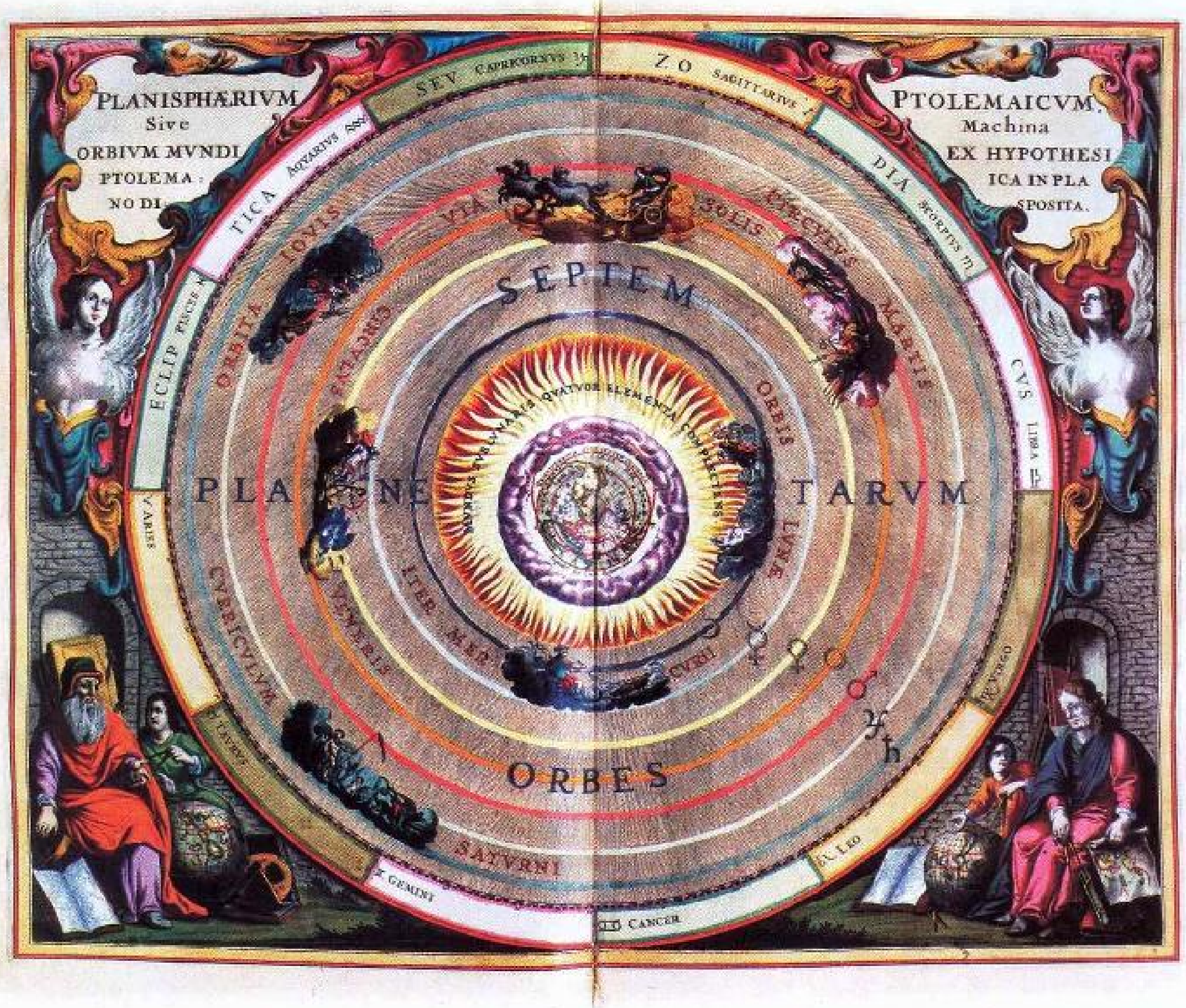
يزين هذه العملة الرومانية وجه الإله مارس مرتديًا خوذة جُنْد الفيالق الرومانية، واعتبر مارس فى روما القديمة أيضًا حاميًا للمحاصيل الزراعية وقطعان الماشية، وقد أطلق عليه الفلاحون اسم سيلفانوس (إله الغابات والحقول، وحارس الوطن عند الرومان).

في سماء الليل

يعد كوكب المريخ، على اليمين، ثانى أكثر الكواكب سطوعًا في هذه الصورة بعد كوكب المشترى. وتعكس هذه الكواكب ضوء الشمس القوى ولكنها لا تتلألأ مثل النجوم، التي تقع على بعد تريليونات الأميال. وفي الغلاف الجوى للأرض، يتشتت ضوء النجوم فتبدو كما لو كانت تتلألأ في السماء.

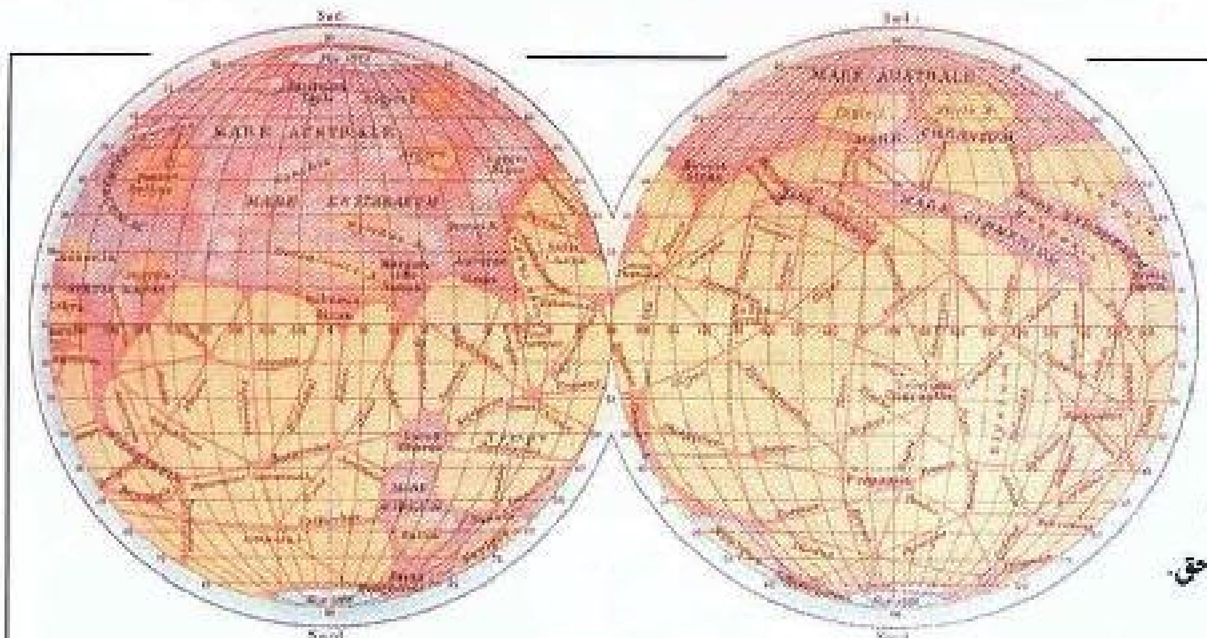
المريخ عند القدماء

لآلاف السنين، لم يكن الفلكيون القدماء يستخدمون التلسكوب، فقد كان سبيلهم الوحيد للنظر إلى النجوم والكواكب ـ الأجرام السماوية ـ هو العين المجردة، وقد اكتشف العلماء الأوائل ستة كواكب هى: عطارد، والزهرة، والأرض، والمريخ، والمشترى، وزحل. ولأنهم لاحظوا تحرك تلك الكواكب حول نجوم الليل «الثابتة» فقد سموها (النجوم السيارة)، ومنذ أربعة آلاف سنة أطلق المصريون القدماء على كوكب المريخ ـ الذى يشع ضوءًا أحمر – اسم (هار ديكر) والتى تعنى: (الشخص الأحمر)، وبعد ذلك بقرون أطلق عليه البابليون اسم (نيرجال)، أى (نجم الموت)، ومع حلول القرن الخامس قبل الميلاد أطلق عليه الرومان اسم مارس أو المريخ وهو إله الحرب لديهم. وقد اعتقد كلوديوس بطليموس، وهو فلكى من القرن الثانى الميلادى، أن المريخ والشمس والقمر وسائر الكواكب الأخرى تدور حول الأرض، فقد كانت نظرية بطليموس تنادى بمركزية الأرض، أى أن الأرض هى مركز الكون، وسيطرت هذه النظرية على تفكير الفلكيين لأكثر من 1400 سنة.



النظـــام البطليمـــوســـى

توضح هذه (الكرة السماوية) – والتي تعود للقرن السابع عشر– المفهوم البطليموسي لمركزية الأرض، حيث تدور سبعة أجرام سماوية حول الأرض، وترتيبها من (المركز الأرضى) هو: القمر، وعطارد، والزهرة، والشمس، والمريخ، والمشترى ثم زحل، وكانت هذه الخرائط الكروية الملونة تطبع وتنشر فى أوروبا على أنها خرائط للسماء.

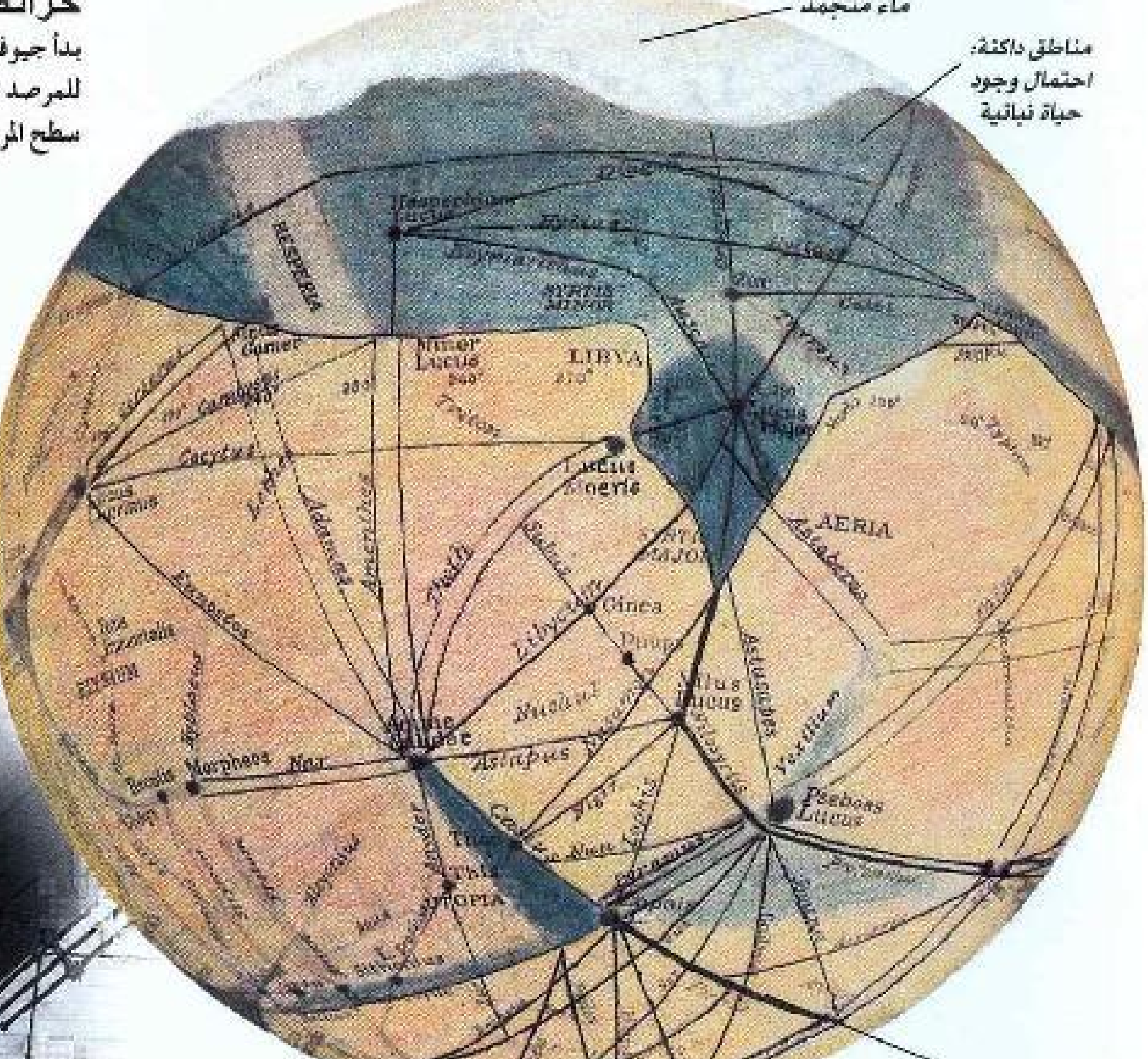


نظريات القنوات المائية

فى أواخر القرن التاسع عشر، احتدم النقاش بين الفلكيين حول ما رأوه من خلال مناظيرهم، وادعى برسيفال لويل- أحد الفلكيين الهواة- أن كائنات ذكية هى التى حفرت قنوات على سطح المريخ، كما لاحظ آخرون وجود بحار زرقاء شاسعة على سطح المريخ، ولكن باستخدام أكثر أجهزة التلسكوب تطورًا فى ذلك الوقت، اكتشف الفلكى الأمريكى البارز إدوارد إ. برنارد عدم وجود أية قنوات أو بحار، بل رأى جبالاً شاهقةً ووديانًا شاسعة، وقد أثبتت الأبحاث العلمية التى أجريت منذ ذلك الوقت أن برنارد كان على حق.

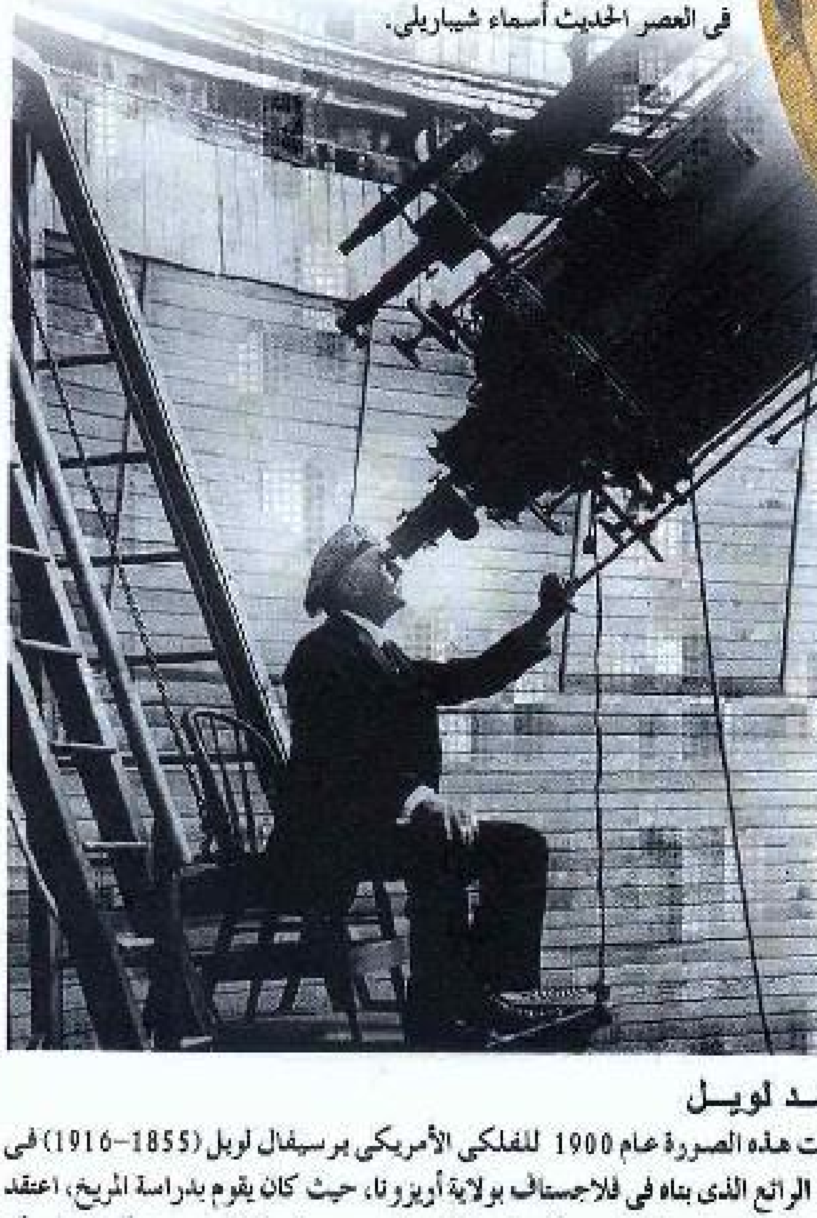
خرائط المريخ الخاصة بـ (شيباريلى)

بدأ جيوفانى شيباريلى (1835-1910) دراسة المريخ عام 1877، كان حينئذ مديرًا للمرصد الفلكى فى ميلانو بإيطاليا، كان شيباريلى مقتنعًا بأن ما يراه هو مجار مائية على سطح المريخ، وقد رسم خرائط لما رأى وحاول إقناع العلماء بوجود قنوات على المريخ.



أسماء شيباريلى

عمل شيباريلى ليالى طويلةً على منظاره مكرسًا وقته لرسم خرائط للمريخ، ووضع علامات مميزة للمناطق ومظاهر السطح الطبيعية على المريخ مستخدمًا أسماءً لاتينيةً وإغريقيةً، كان بعض الأسماء مستوحىً من الأوديسا ومن كتابات هيرودوت، والبعض الآخر من الإنجيل، ولقد تقبل الفلكيون فى العصر الحديث أسماء شيباريلى.



إدوارد إ. برنارد

كان الأمريكى إدوارد إ. برنارد (1857-1923) أحد رواد الرصد الفلكى والتصوير الفوتوغرافى للأجرام السماوية فى زمانه، درس برنارد المريخ عام 1894 فى مرصد ليك بكاليفورنيا مستخدمًا تلسكوبًا يبلغ قطره 91 سنتيمترًا (36 بوصة)، وكان مقتنعًا بألا توجد أية قنوات مائية على المريخ، لا طبيعية ولا صناعية حفرتها الكائنات المريخية.

مرصد لويل

التقطت هذه الصورة عام 1900 للفلكى الأمريكى برسيفال لويل (1855-1916) فى المرصد الرائع الذى بناه فى فلاجستاف بولاية أريزونا، حيث كان يقوم بدراسة المريخ، اعتقد لويل أن المريخ مشابه للأرض، وأن عليه ماءً ونباتات ويحيطه غلاف جوى يمكن للبشر أن يتنفسوا فيه، وقد رسم خرائط (أعلى اليمين) للقنوات المريخية.

اهتمام الفلكيين بالمريخ

إن كلمة (Astronomy) - وهي تعني الفلك بالعربية - يعود أصلها إلى اللغة اللاتينية وتتكون من لفظي: (astron) أي (نجم) و(nomos) أي (قانون). فالفلك هو علم دراسة الكواكب والنجوم والقوانين التي تحكم حركاتها وأبعادها. ولقد حدد الفلكيون الأوائل مدارات الأجرام السماوية باستخدام الرياضيات، وبخاصة علم الهندسة، وكان البولندي نيكولاس كوبرنيكوس (1473–1543) الفلكي الذي مهد الطريق لفهم نظرية مركزية الشمس في المجموعة الشمسية. تعارضت تلك النظرية مع نظرية مركزية الأرض لبطليموس التي تضع الأرض في مركز الكون، ولقد أثبت الفلكيون فيما بعد صحة نظرية كوبرنيكوس باستخدام «الأنبوب البصري»، ذلك الجهاز المكبر، الذي عرف فيما بعد باسم التلسكوب أو المقراب، والذي بدأ استخدامه في القرن السابع عشر. وبحلول القرن التاسع عشر، عكف العلماء على دراسة المريخ باستخدام أجهزة التلسكوب التي تطورت وازدادت قوتها، وتصور العلماء أن هناك قنوات مائية وبحارًا على سطح المريخ، بل اعتقد البعض منهم في وجود حضارات قديمة على سطح المريخ أكثر تقدمًا من حضارات الأرض.

نيكولاس كوبرنيكوس

تزايد أتباع نظرية هذا العالم البولندي، الذي عاش في القرن السادس عشر، والتي تدعو إلى أن الكواكب تدور حول الشمس، وتقبل كبار الفلكيين هذه النظرية التي تنادي بمركزية الشمس، ومنهم يوهان كيبلر، إلا أنها قوبلت بالرفض من كثير من الفلاسفة ورجال الدين الذين تمسكوا بنظرية مركزية الأرض حتى القرن الثامن عشر.

كيبلر والرياضيات المدارية

درس يوهان كيبلر (1571–1630) الرياضيات في بلده ألمانيا، وكان لديه اهتمام بالفلك، وعن طريق ملاحظته الدقيقة لكوكب المريخ، اكتشف كيبلر أن الكواكب تتبع مدارات بيضاوية (إهليلجية) وليست دائرية تمامًا، وقد استخدم كيبلر معرفته بالرياضيات وقام بحساب مدارات الكواكب، كما ابتكر كيبلر جهاز تلسكوب متطورًا.

هيجينز وبحر الساعة الرملية

كان الفلكي الهولندي كريستيان هيجينز (1629–1695) أحد الفلكيين الذين استخدموا أجهزة التليسكوب التي كانت في تطور دائم لدراسة المريخ، وقد رسم هيجينز صورًا لبقعة داكنة رصدها على سطح الكوكب، وقد أطلق عليها اسم (بحر الساعة الرملية) نظرًا لشكلها، وعندما استخدمت المناظير الحديثة في رصد تلك البقعة بعد قرنين من الزمان، أعيد تسميتها بـ (سيرتس ماجور).

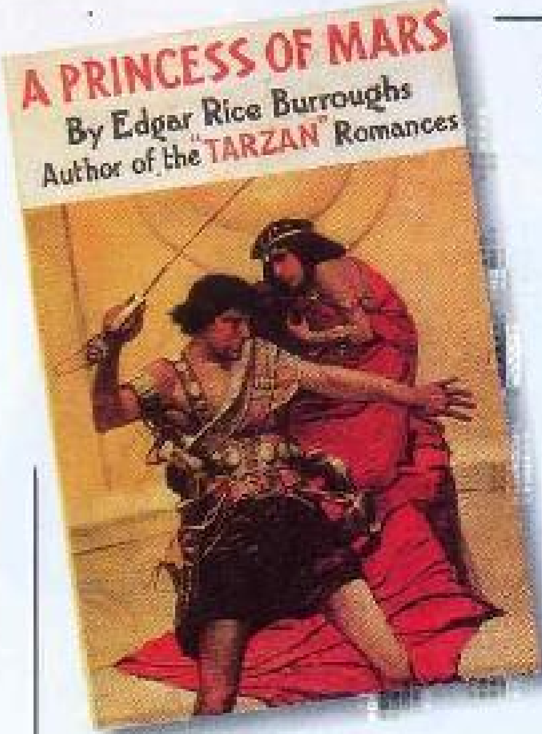
تأمل الحياة على المريخ

انتقل ويليام هيرشيل (1738–1822) في شبابه من بلده ألمانيا إلى إنجلترا، وقام بتدريس الموسيقى، كما كان هيرشيل فلكيًا دءوبًا قام بتصنيع أجهزة التلسكوب الخاصة به، وكان لديه اهتمام خاص بالمريخ، حيث اعتقد أنه يشبه الأرض إلى حد كبير، وقد كان كل من هيرشيل وهيجينز من أوائل الذين اعتقدوا في احتمال وجود كائنات حية على المريخ.

ويليام هيرشيل

تلسكوب هيرشيل

نظرًا لدراسته لعلم البصريات، قام هيرشيل ببناء أجهزة تلسكوب مستخدمًا مرايا كبيرة الحجم لتجميع ضوء النجوم، وكانت تلك التلسكوبات «العاكسة» هي الأفضل في تلك الحقبة، وباستخدامها اكتشف هيرشيل كوكب أورانوس عام 1781، كما قام هيرشيل بدراسة المريخ، وكان مقتنعًا بأن المناطق القطبية في المريخ تحتوي على مساحات من الجليد تقل عندما يذوب الجليد جزئيًا في فصل الصيف وتزيد في فصل الشتاء.



إدجار رايس باروز يبعث جنديًا للمريخ

عرف باروز بكتابه (طرزان ملك القرود)، لكنه كتب في مجال الخيال العلمي أيضًا، فقد ألف سلسلة روايات حملت اسم (حكايات المريخ) مكونة من 11 رواية، تحكي هذه الروايات عن جندى محنك من جنود الحرب الأهلية يدعى (جون كارتر) تم نقله إلى المريخ، وهناك يتغلب جون على المواقف الصعبة ويتزوج وينجب، كما يصبح قائدًا سياسيًا مهمًا، والكتاب الموضح على اليسار هو الأول فى هذه السلسلة.

فلاش جوردون فى المعركة

فى الثلاثينيات من القرن العشرين، انتقل رجل الفضاء (فلاش جوردون) من كونه بطل المسلسل الإذاعى إلى السينما حيث نراه يتغلب على المريخى الشرير (مينج عديم الرحمة) ويهزم رجاله ذوى الحراب (فى الأعلى). كما تناول الروس أيضًا سكان المريخ فى الأفلام بدءًا بالفيلم الصامت (أليتا ملكة المريخ) المنتج عام 1924. أما الأفلام الحديثة مثل الفيلم الأمريكى (مهمة فى المريخ) والذى أنتج عام 2000 فقد تناولت قصصًا بطولية لرواد الفضاء.

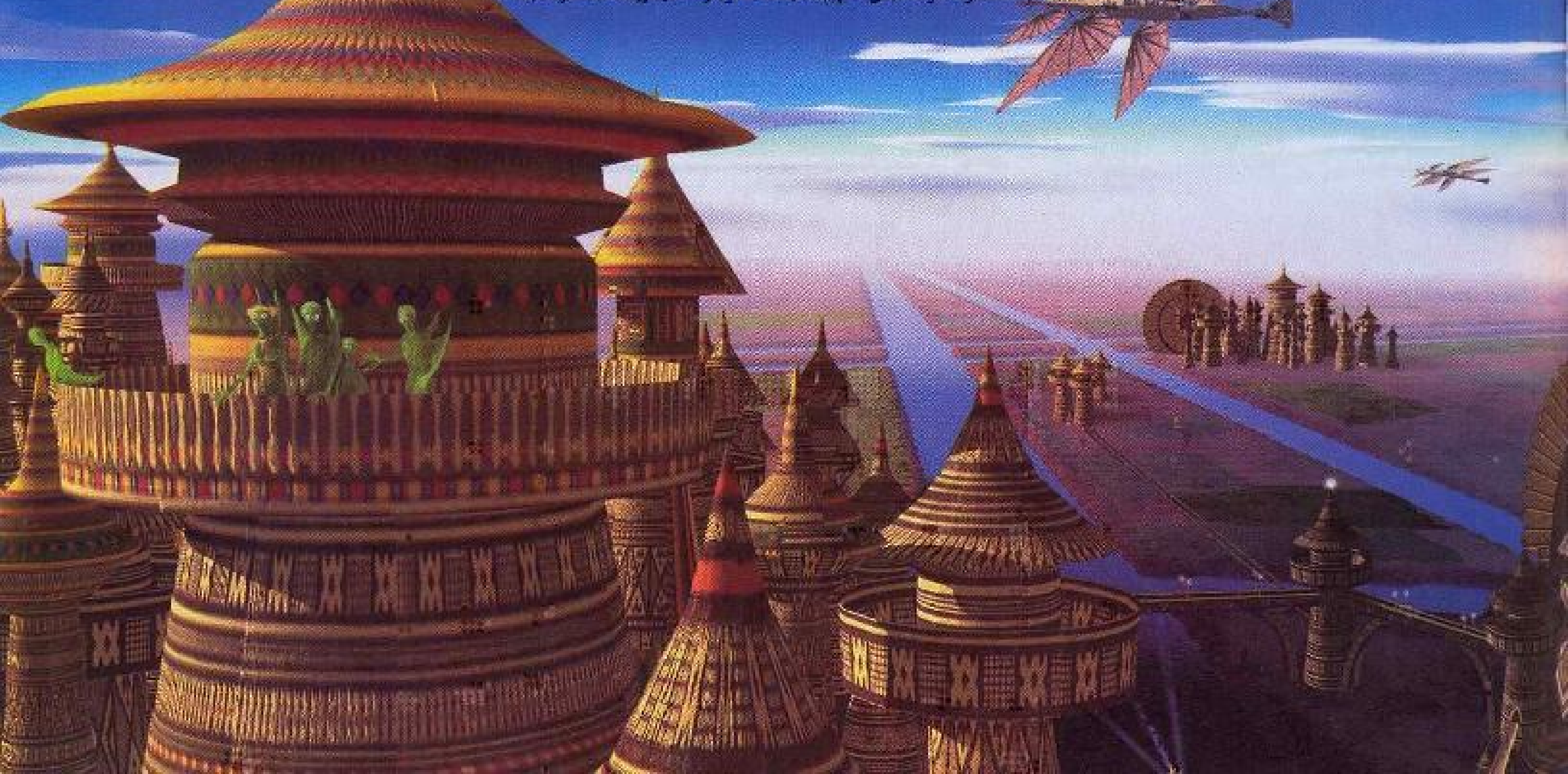
شخصية (مينج عديم الرحمة) من فيلم «فلاش جوردون»

هجـوم المريـخ

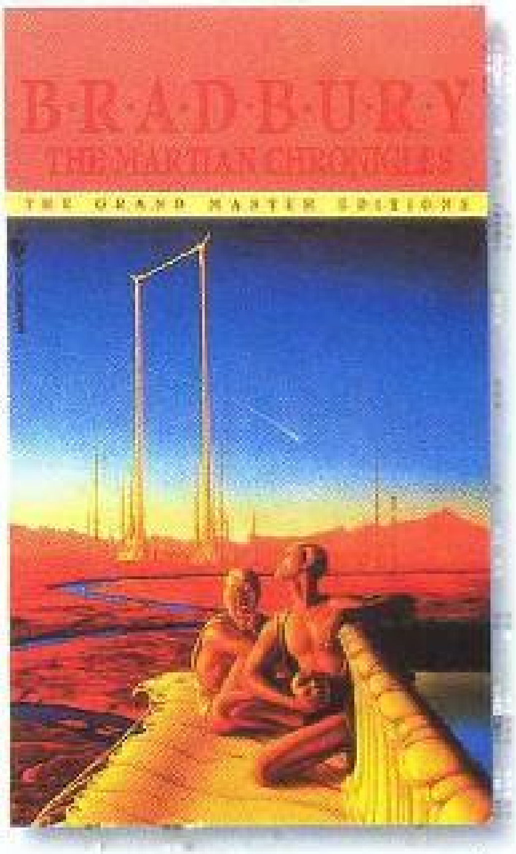
كان فيلم (هجوم المريخ) الذى أنتج عام 1996 أحد الأفلام العنيفة والمجنونة التى تناولت فكرة غزو سكان المريخ للأرض. كان على سكان الأرض محاربة الغزاة المريخيين الأشرار ذوى العيون الجاحظة الذين يحاولون استعباد البشرية، وكما هى العادة فى مثل هذه الأفلام يتغلب أهل الأرض عليهم.

المريخ فى خيال أحد الفنانين

هذا الرسم الانطباعى يوضح تخيل الناس فى أوائل القرن العشرين لما يمكن أن يكون عليه المريخ، قنوات مملوءة بالمياه تؤدى من وإلى المدن المريخية حيث الخضرة منتشرة على ضفاف تلك القنوات، وسكان المريخ ذوو البشرة الخضراء هؤلاء ليس لديهم ماكينات طائرة وحسب وإنما مجنحون أيضًا



المريخ فى الثقافة الشعبية



يعد المريخ من أكثر الكواكب إثارة للخيال، حيث شرع الكتاب فى أواخر القرن التاسع عشر فى تصوير تلك «الحياة الذكية» على سطح المريخ، وكانت عدائية فى أغلب الأحيان. وفى عام 1897 قدم الروائى الإنجليزى هـ. ج. ويلز سكان المريخ على أنهم غزاة مرعبون وذلك فى قصته «حرب العوالم»، وقد كانت قصة ويلز الأكثر مبيعًا فى العالم، وقد ألهبت اهتمام العامة بالقصص الخيالية عن المريخ. ومنذ العشرينيات من القرن الماضى استمتع المشاهدون بالأفلام التى تتناول مغامرات عن المريخ والتى كان بعضها مرعبًا والبعض الآخر ساذجًا. وكان البرنامج الإذاعى «حرب العوالم» عام 1938 أكثر البرامج المثيرة للرعب، حيث بدا كأنه نشرة أخبار حقيقية عن غزو من المريخ. استمتع الجمهور كثيرًا بصورة المريخ فى الثقافة الشعبية بدءًا من البرامج الإذاعية لـ«فلاش جوردن» ومرورًا بالأفلام الحديثة.

أسفار المريخ

قلب راى براديورى كاتب الخيال العلمى الموازين بكتابه «أسفار المريخ» (Martian Chronicles) الذى نشر عام 1951، حيث يشن البشر غزوًا على المريخ، فيصبح البشر بذلك هم الكائنات القادمة من الخارج والغرباء المستعمرين الذين يبنون مستوطناتهم فى بيئة غير مألوفة.

هـ. ج. ويلز

آلة حرب مريخية من كتاب «حرب العوالم»

حـرب العوالـم

بدأ الفن الروائى يشكل أفكار العامة عن (سكان المريخ) منذ ظهور رواية حرب العوالم المرعبة للكاتب هـ. ج. ويلز عام 1897، كما لاقت الدراما الإذاعية استحسان المستمعين، ففى عام 1938، أنتج أورسون ويلز نسخة إذاعية من رواية حرب العوالم، وقد ترك هذا البرنامج الإذاعى انطباعًا دام لأجيال عديدة. وظلت تلك القصص تحقق رواجًا حتى القرن الحادى والعشرين فى الروايات وبرامج الإذاعة والتلفاز والأفلام، إلا أنه مؤخرًا باتت روايات الخيال العلمى مليئة بالتفاصيل العلمية والتقنية حتى تلاقى استحسان القارئ الحديث.

الغـزو الإذاعـى

أثار المخرج أورسون ويلز خوف المستمعين عام 1938 عندما قام ببث جزء من رواية حرب العوالم فى صورة نشرة إخبارية حقيقية، جعل ويلز الأمر يبدو كما لو أن سكانًا عدوانيين من المريخ قد هبطوا بالفعل فى ولاية نيو جيرسى. أصاب الفزع كثيرًا من الناس، حيث تركوا منازلهم ولاذوا بالفرار لاعتقادهم أن هناك غزوًا مريخيًا.

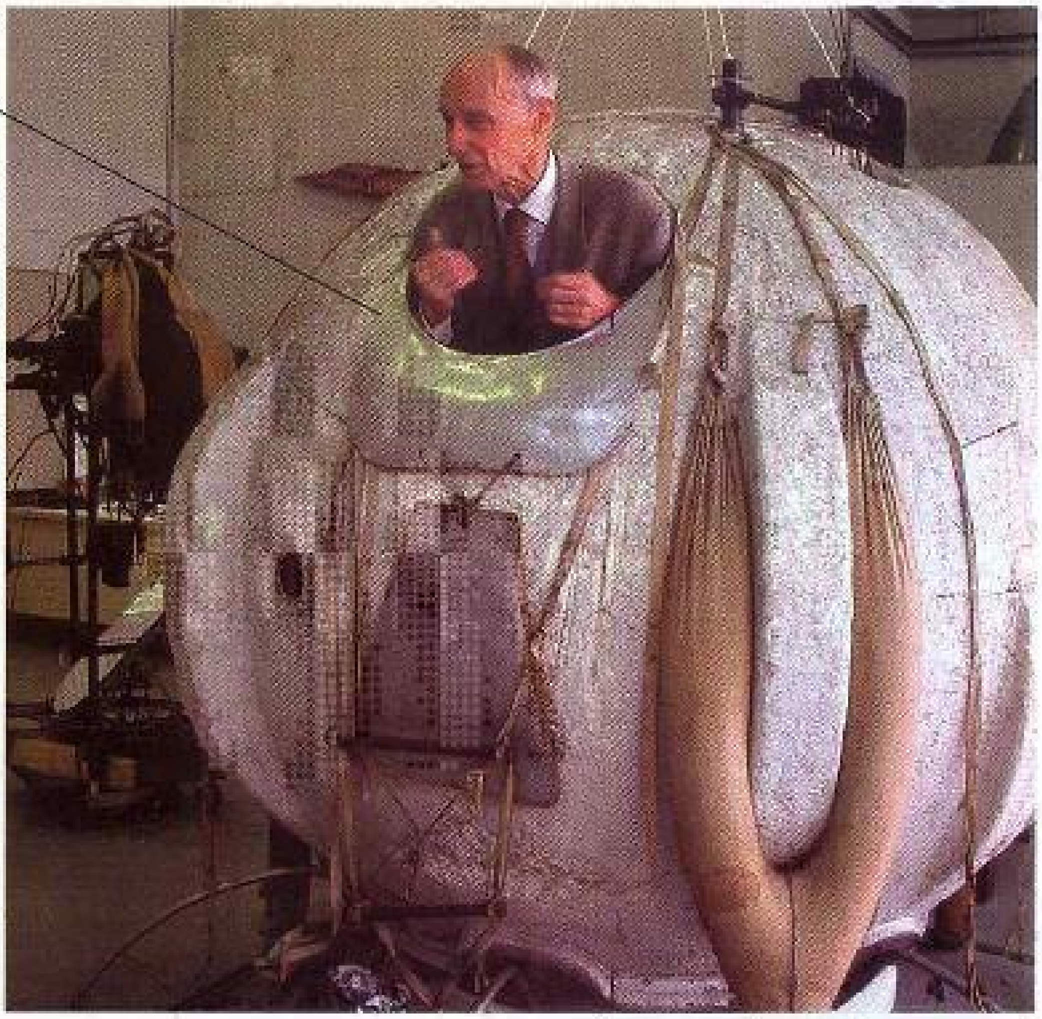
أيـن هـم؟!

مواطن عجوز يترقب وصول الغزو المريخى الذى أعلنه ويلز عام 1938 فى بث إذاعى، ولقد ألهب هذا البرنامج الإذاعى شغف العامة بروايات الخيال العلمى، كما جذبت الدراما الأسبوعية لبطل الفضاء (فلاش جوردون) اهتمام الملايين من مستمعى الإذاعة فى الثلاثينيات والأربعينيات من القرن العشرين.

فيرنر فون براون (1912–1977)

أشرف فون براون–مصمم الصواريخ الحربية الألماني السابق – على برامج رحلات الفضاء الأمريكية، كان فون براون أحد العلماء الألمان الذين قدموا إلى الولايات المتحدة بعد الحرب العالمية الثانية وذلك للعمل في برنامج الفضاء، وفي عام 1960، أصبح فون براون المدير الأول لمركز مارشال للرحلات الفضائية التابع لناسا في ولاية ألاباما، وقد شهدت السنوات العشر التي عمل فيها مديرًا، إنفاذ أول بعثة فضائية تقل بشرًا إلى القمر.

نموذج وضع على غرار صاروخ في-2 (V-2) الذي استخدم في الحرب العالمية الثانية



جندول الركاب

أودوين دولفوس (1924–)

في الخمسينيات والستينيات، استخدم الفلكي الفرنسي أودوين دولفوس مناطيد الهواء لكي يحد من تأثير الغلاف الجوي أثناء رصد الكوكب وتصويره، فدرس دولفوس المريخ من ارتفاع 10 كيلومترات (6 أميال) فوق سطح الأرض مستخدمًا معدات حديثة، ووجد أن المريخ يحتوي على كميات قليلة جدًا من المياه. وبعد عام 1958 أطلقت وكالة الطيران والفضاء الأمريكية (ناسا) أقمارًا صناعية مزودة بالكاميرات والمعدات العلمية.

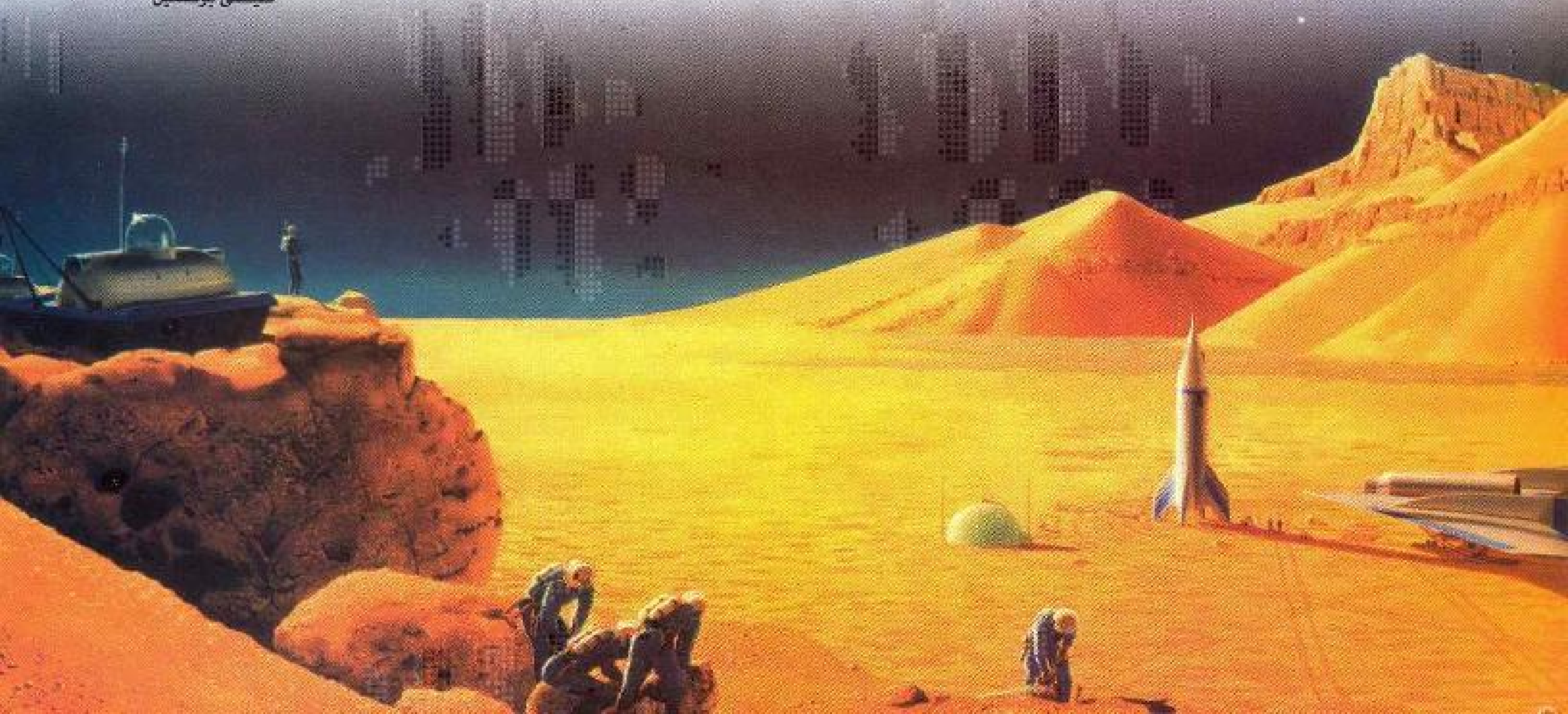
شيسلي بونستيل

المريخ في عيني شيسلي بونستيل

كان شيسلي بونستيل معماريًا ومصممًا سينمائيًا، وذلك قبل أن تتوطد صداقته بفون براون الذي أوحي إليه برسم صور ملونة للمريخ، وظهر شغف بونستيل بالخيال العلمي في ديكورات أفلام المغامرات الفضائية التي صممها، وكانت رسوماته لسطح المريخ من وحي الخيال، حيث صورت رواد الفضاء كمستعمرين، إلا أن تلك الرسومات أثارت اهتمام كثير من الشباب بدراسة الفلك واستكشاف الفضاء.

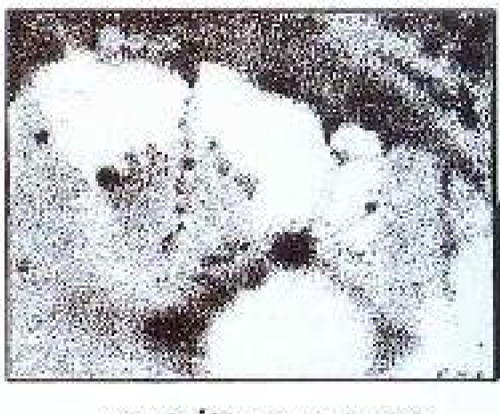
رؤية للمريخ

استشار بونستيل صديقه فون براون عن أحدث المعدات والصواريخ قبل أن يصمم هذا المشهد: (اكتشاف المريخ). لقد ألهمت كتابات فون براون عن الطيران للمريخ عددًا من العلماء الشباب وكذلك الرسام بونستيل.



فجر عهد الاستكشاف الفضائى

فى منتصف القرن العشرين، تصادم الخيال العلمى الذى يتناول المريخ مع الحقائق العلمية، حيث أدت التكنولوجيا المتطورة إلى ظهور أجهزة تلسكوب ذات قدرة عالية، وكذلك الأجهزة الإلكترونية الحديثة التى أصبح معها الاتصال عبر مسافات بعيدة ممكنًا وبسرعة الضوء. ومن خلال دراسة الضوء نفسه أو ما يسمى «علم الأطياف» يستطيع العلماء تحليل المعادن والغلاف الجوى على المريخ. ومع حلول الخمسينيات اكتشف العلماء أن درجات الحرارة على سطح المريخ أقل بكثير مما ظننا وأن غلافه الجوى أقل سمكًا بكثير؛ ولذا فقد تأكد العديد من علماء الفلك أن التقارير السابقة التى أفادت وجود قنوات على سطح المريخ هى مجرد «خداع بصرى» نتج عن استخدام أجهزة التلسكوب القديمة. وتشكك البعض فى إمكانية نمو نباتات على سطح الكوكب، وعلى الرغم من ذلك فقد استمر الفنانون فى رسم صورة للمريخ على أنه غنى بالمياه والنباتات حيث يمكن للمستوطنين من البشر العيش والعمل فيه، لكن الحقائق عن المريخ كانت على بعد خطوة، حيث بدأ علماء الصواريخ تجهيز المركبات الفضائية إيذانًا ببدء عصر الفضاء.



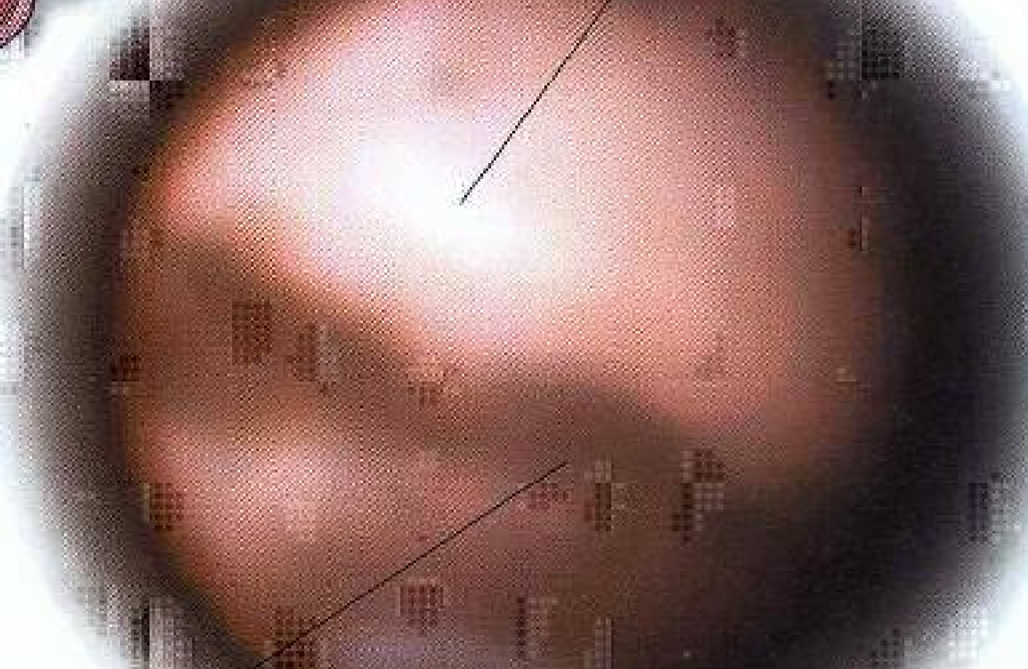
تفاصيل من خريطة أنطونيادى

يوجين أنطونيادى (1870–1944)

كان هذا الفلكى الفرنسى، الذى ولد فى تركيا، مقتنعًا فى بادئ الأمر بوجود قنوات مائية على المريخ، لكنه بعدما درس الكوكب عام 1909 باستخدام تلسكوب قطره 83 سم (33 بوصة)، وذلك فى مرصد ميدون الفلكى بالقرب من باريس، وهو أكبر تلسكوب فى أوروبا، أثبتت الخرائط التى رسمها للمريخ وجود خطوط وأنماط تشبه لوحة الشطرنج، إلا أنها لم تحتو على أية قنوات.

جيرارد كويبر (1905–1973)

أحد رواد علم الفلك فى القرن العشرين، وقد عمل جيرارد كويبر الهولندى الأصل فى أمريكا معظم تاريخه المهنى، وفى عام 1947، أثبت كويبر أن الغلاف الجوى للمريخ يحتوى على ثانى أكسيد الكربون، ولقد أثبتت الدراسات اللاحقة أن ثانى أكسيد الكربون يشكل 95 بالمئة من الغلاف الجوى للمريخ.



المريخ يقترب

ما كشفه تلسكوب بالومار عن المريخ كان أكثر مما كشف عن هذا الكوكب فى أى وقت مضى. ولكن كما يتضح من هذه الصورة الملتقطة فى ظروف رصد مثالية فإن اهتزاز الغلاف الجوى للأرض يؤثر على وضوحها، ولذا فقد كان علماء الفلك يتوقون إلى رؤية السماء من أقصى ارتفاع ممكن فوق الغلاف الجوى للأرض.

مرصد بالومار الفلكى

فى عام 1948، أنشئ أكبر تلسكوب فلكى فى العالم فى المرصد الجديد على جبل بالومار بولاية كاليفورنيا، واعتبر هذا التلسكوب انتصارًا فى مجالى البصريات والهندسة، واستغرق تصميمه وبناؤه 20 عامًا، وهو يحتوى على مرآة عرضها 508 سنتيمترات (200 بوصة) محمولة بداخل قبة دوارة.

أول صور للمريخ

كانت المركبة الفضائية مارينر 4 تتكون من اطار من المغنيسيوم يحتوى على كاميرا تلفزيونية، وكذلك معدات إلكترونية وأنظمة دفع، وتم تثبيت هوائيين وأربعة ألواح شمسية أعلى المركبة، وساعدت النفاثات الموضوعة على أطراف الألواح الشمسية والتى تعمل بغاز النيتروجين على تحديد اتجاه المركبة.

مارينر 4 يمر سريعا على المريخ

يبين هذا الرسم التوضيحى الخاص بوكالة ناسا سلسلة من الصور التى التقطها مارينر 4 خلال مروره على المريخ، الخط المسمى LIMB (المطرف) يمثل الحافة الخارجية لقرص الكوكب، أما خط Terminator (خط النهاية) فهو الخط الفاصل بين الجزء الواقع فى ضوء الشمس والجزء المعتم، واكتشف مارينر 4 أن الغلاف الجوى للمريخ أقل سمكا بكثير مما ظننا من قبل، ولم ترصد أجهزته أى مجال مغناطيسى.

مارينر 6 و7

فى عام 1969، صور هذان المسباران 10 بالمائة من سطح المريخ وبخاصة النصف الجنوبى، وتبين وجود الكثير من فوهات الاصطدام ومساحة كبيرة من الجليد القطبى المكون من ثانى أكسيد الكربون المجمد، وقدرت درجة الحرارة بسالب 123 درجة مئوية (سالب 190 درجة فهرنهايت)، كانت المعلومات التى استدل عليها من المسبارين مارينر 6 و7 محدودة، هذا لأن دورهما كان مقصوراً على المرور بالكوكب بدلاً من الدوران حوله، ولكن مارينر 9 نفذ هذه المهمة الصعبة والضرورية.

جاف ومليء بالصخور

كان مسبار مارينر 4 هو أول مسبار يلتقط صوراً للمريخ عن قرب، أوضحت كاميرا المسبار التلفزيونية أن سطح المريخ مليء بالندوب إثر فوهات الاصطدام.

كوكب مليء بالفوهات

رصدت كاميرات مارينر 4 واحدا بالمئة من سطح المريخ، ويمكننا أن نستشف من هذه الصور أن الأراضى المرتفعة الواقعة إلى الجنوب الغربى من منطقة (تارسيس) مليئة بفوهات الاصطدام.

أرض الفوهات

يحتوى نصف الكرة الجنوبى للمريخ على فوهات اصطدام أكثر، وقد تضاءلت آمال وكالة ناسا فى العثور على مياه فكل ما عثروا عليه كان فى حقيقته أرض الفوهات.

الكشف عن الكوكب الأحمر

في سباق مع الاتحاد السوفيتي، أطلقت الولايات المتحدة أول قمر صناعي عام 1958 لتكون أول من استكشف المجموعة الشمسية. وفي عام 1962 أطلقت وكالة الطيران والفضاء الأمريكية (ناسا) المسبارين: مارينر 1 ومارينر2 نحو كوكب الزهرة. نجح المسبار الثاني فقط والتقط صورًا لهذا الكوكب الساخن المليء بالسحب، وكان المريخ هو وجهة المسبارين التاليين، مارينر3 و4، وذلك في نوفمبر عام 1964، فشلت مهمة مارينر3 ، أما مارينر 4، فقد وصل إلى المريخ في يوليو عام 1965 والتقط 22 صورةً على بعد 9800 كم (6120 ميلا) من الكوكب. اندهش العلماء والجماهير على حد سواء من رؤية سطح المريخ الذي بدا مليئا بالندوب والفوهات، بدا المريخ موحشا بلا أي أثر للحياة. في عام 1969 أرسل المسباران مارينر 6 و7 مزيدًا من الصور، ولكن جميع الصور كشفت الوجه الحقيقي للمريخ، ذلك الكوكب الجاف والبارد والمليء بالأتربة.

الرئيس جونسون

الرئيس ليندون جونسون (أعلى لليمين) وهو يتسلم الصور المرسلة من المسبار مارينر في يناير عام 1964، ويقدم له الصور د. وليام هـ. بيكارينج مدير مختبر الدفع النفاث التابع لوكالة (ناسا) والذي صممت داخله جميع المسابير التي حملت اسم مارينر.

مارينر 7

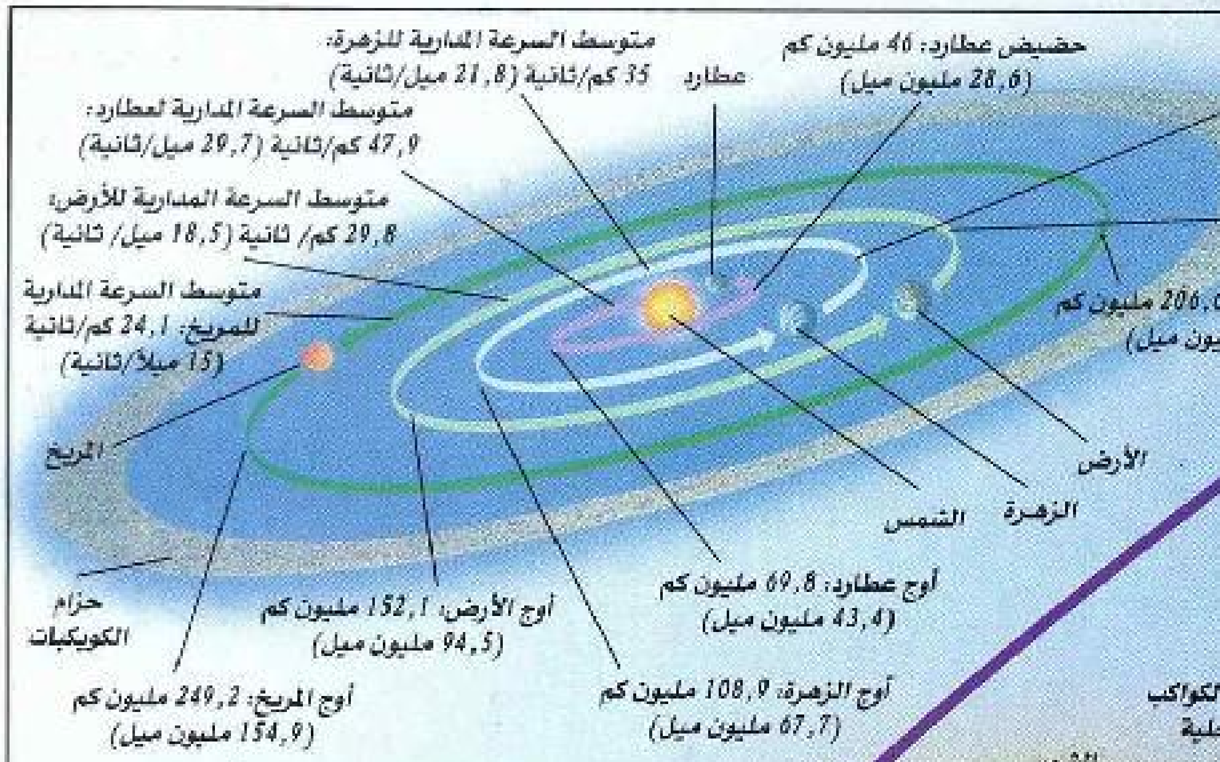
حلق كل من مارينر 6 ومارينر 7 فوق مناطق خط الاستواء والقطب الجنوبي المليئين بالفوهات، ولم يرصد أي منهما أكثر البراكين عنفا ولا أكثر الأخاديد عمقا، لكن أحد أهم الاكتشافات التي تم التوصل إليها من مارينر 6 و7 هي أنه لا توجد قنوات في الأماكن التي توقع العلماء وجود قنوات فيها.

إطلاق مارينر 1

أطلق أول مسبار من التسعة التي استخدمت في إطار برنامج مارينر في يوليو عام 1962. فشلت عملية الإطلاق وانفجر مارينر 1. وكذا فشل مارينر 3 – أول مسبار أطلق نحو المريخ – أيضا. فالغطاء الواقي لم ينفتح مما أعاق الخلايا الشمسية، لم ينجح إطلاق مارينر 3 بسبب نقص الطاقة.

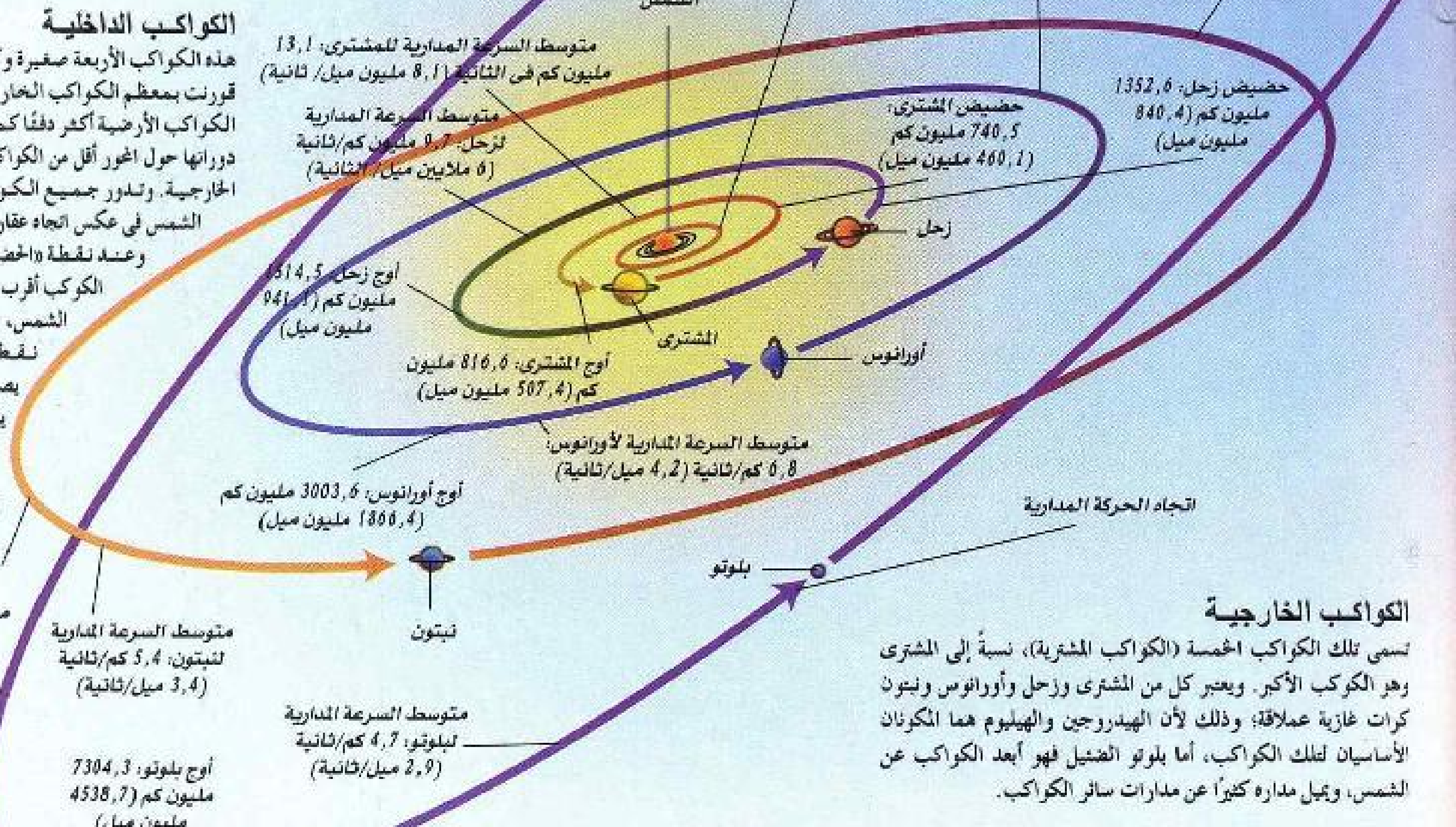
مارينر 6

في عام 1969، قام مارينر 6 ومارينر 7 بأول مهمة مزدوجة للمريخ وأرسلا 201 صورة، حلق مارينر 6 على ارتفاع 3431 كم (2132 ميلا) من سطح المريخ، وأوضحت صور تلك المركبة أن عوامل التعرية تؤثر على حافات الفوهات البارزة عن السطح.



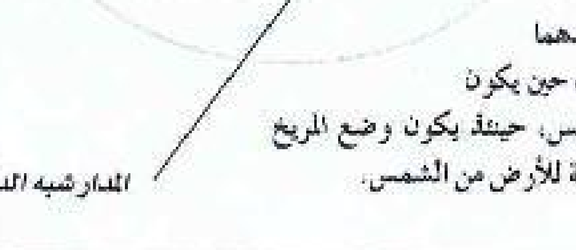
الكواكب الداخلية

هذه الكواكب الأربعة صغيرة وكثيفة إذا ما قورنت بمعظم الكواكب الخارجية، وهذه الكواكب الأرضية أكثر دفئًا كما أن سرعة دورانها حول المحور أقل من الكواكب الخمس الخارجية. وتدور جميع الكواكب حول الشمس في عكس اتجاه عقارب الساعة. وعند نقطة «الحضيض» يصير الكوكب أقرب ما يكون من الشمس، وحين يصل نقطة «الأوج» يصبح أبعد ما يكون عنها.



الكواكب الخارجية

تسمى تلك الكواكب الخمسة (الكواكب المشترية)، نسبةً إلى المشترى وهو الكوكب الأكبر. ويعتبر كل من المشترى وزحل وأورانوس ونبتون كرات غازية عملاقة؛ وذلك لأن الهيدروجين والهيليوم هما المكونان الأساسيان لتلك الكواكب، أما بلوتو الضئيل فهو أبعد الكواكب عن الشمس، ويميل مداره كثيرًا عن مدارات سائر الكواكب.



بيضاوى ودائرى

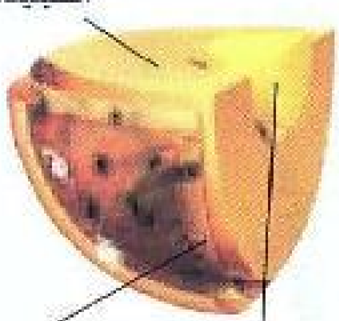
يتخذ مدار المريخ شكلاً بيضاويًا، بينما يتخذ مدار الأرض شكلاً دائريًا يقع على بُعد 149,6 مليون كم (93 مليون ميل) من الشمس، ويكون الكوكبان أقرب ما يمكن أحدهما من الآخر كل عامين وشهرين، وذلك حين يكون كلاهما في النقطة الأقرب من الشمس، حينئذ يكون وضع المريخ (معاكسًا) حيث يقع في الجهة المعاكسة للأرض من الشمس.

كوكبان متجاوران

حجم المريخ يعادل نصف حجم الأرض تقريبًا، إذ يبلغ طول قطره 6794 كم (4220 ميلاً)، واليوم المريخي يزيد على اليوم الأرضي بحوالي 39 دقيقة، أما السنة المريخية فهي تقريبًا ضعف السنة الأرضية التي تستغرق 365 يومًا، والجاذبية على سطح المريخ تبلغ حوالي ثلث جاذبية الأرض.

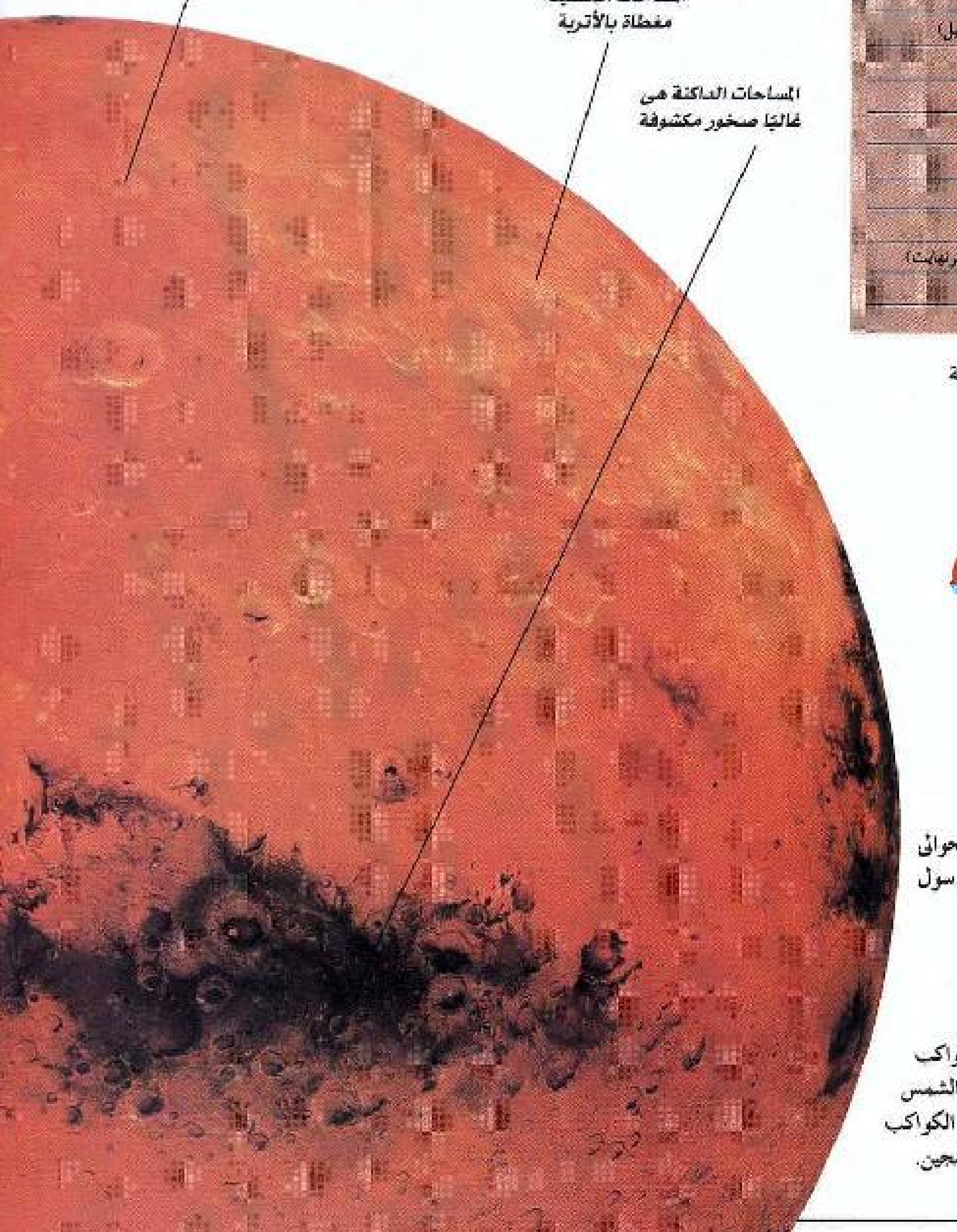
المريخ فى المجموعة الشمسية

تقع الشمس في قلب المجموعة الشمسية، وهي نجم يُعرف أيضًا باسم (سول). تمثل الشمس المستعرة أكبر أجرام المجموعة الشمسية، فهي أكبر من الأرض بـ 110 مرات وأكبر من المريخ بـ 200 مرة، تتحكم جاذبية الشمس فى حركة تسع كواكب رئيسية، والكوكب هو الجرم الذى يدور حول نجم ما، وتوجد أيضًا الآلاف من الأجرام الصغيرة فى المجموعة الشمسية وكلها تدور حول الشمس، وهذه تتضمن الكويكبات والمذنبات والأحجار النيزكية. ويطلق على الكواكب الأربعة الأولى الأقرب من الشمس اسم «الكواكب الداخلية»، وهى بالترتيب من الأقرب للأبعد من الشمس: عطارد، الزهرة، الأرض، المريخ، ثم يأتى بعد ذلك حزام الكويكبات، وهو عبارة عن حلقة هائلة من الكويكبات ذات الأحجام المختلفة، أما الكوكب الخامس فهو المشترى، وهو أكبر الكواكب، ويتبعه زحل، ثانى أكبر كوكب بعد المشترى، ثم أورانوس، ثم نبتون، ثم بلوتو وهو أصغر الكواكب.



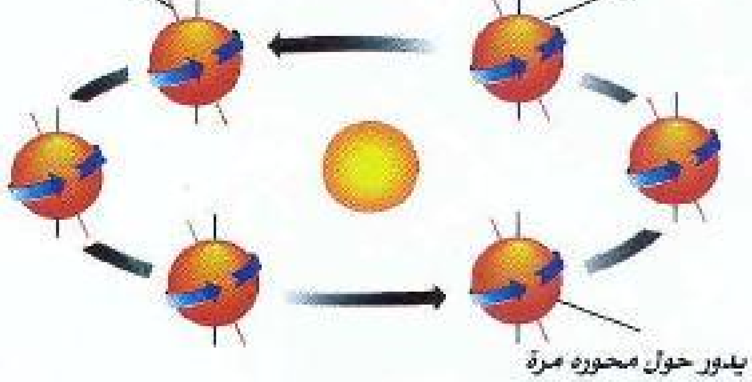
تكويـن المريـخ

تغطى المريخ قشرة خارجية مثل الأرض، وربما يحتوى المريخ على ماء مجمد أسفل هذه القشرة، بعد ذلك يأتى الوشاح الصخرى الصلب المكون من السيليكات، ويتكون لب الكوكب من مادة غنية بالحديد، وهو أعلى كثافة من الوشاح.



إحصائيات هامة

القطر	6794 كم (4220 ميلا)
متوسط المسافة من الشمس	227,9 مليون كم (141,6 مليون ميل)
السرعة المدارية حول الشمس	24,1 كم/ ثانية (15 ميلا/ ثانية)
الوقت من الشروق للشروق	24 ساعة و 39 دقيقة (يوم شمسي)
الكتلة (وحدة أرضية، أى كتلة الأرض = 1)	0,11
الحجم (حجم الأرض = 1)	0,15
متوسط الكثافة (كثافة الماء = 1)	3,93
الجاذبية على السطح (جاذبية الأرض = 1)	0,38
متوسط درجة الحرارة على السطح	−63 درجة مئوية (−81 درجة فهرنهايت)
عدد الأقمار	2



المحـور والـدوران

يدور المريخ حول محوره فى عكس اتجاه عقارب الساعة، ويميل هذا المحور بحوالى 25 درجة، وتمثل كل دورة يومًا مريخيًا، ويسمى أيضًا «سول»، يستغرق كل سول 24 ساعة و39 دقيقة، وتستغرق السنة المريخية 669 سولا.

(الصخـرة الرابعـة) مـن الشـمس

يطلق على الكواكب الأربعة الأقرب من الشمس اسم الكواكب «الأرضية»، وذلك نظرًا لتشابهها مع الأرض، ويعد المريخ عن الشمس بقدر مرة ونصف من بعد الأرض عنها، ويعتبر المريخ أشبه الكواكب بالأرض وذلك على الرغم من برودته وجفافه وخلوه من الأكسجين.

غطاء الجليد القطبي

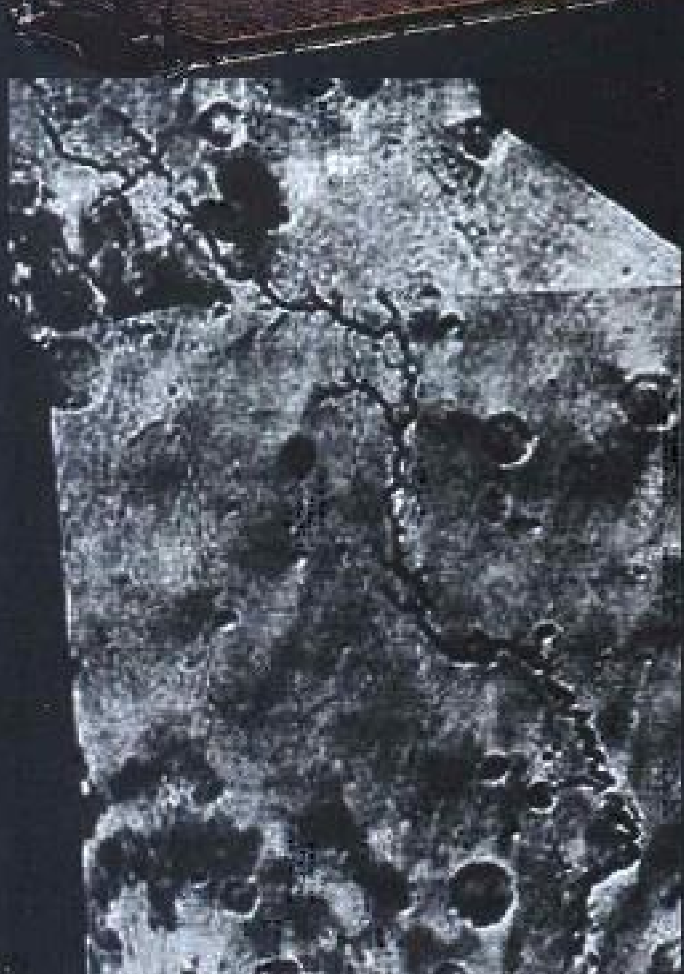
في غضون أسابيع، انقشعت العاصفة الترابية، وظهرت سلسلة من الأخاديد الكبيرة التي أطلق عليها اسم (كازماس) أي التصدعات. كما ظهرت براكين مستعرة. لم تتمكن مركبات المارينر السابقة من تصوير أكثر تضاريس المريخ جمالاً ولا حتى منطقة الجليد القطبية الشمالية والتي يصل عرضها إلى 1000 كم (625 ميلاً).

وديان مارينر

مكنت البيانات المرسلة من مارينر 9 واضعي الخرائط من رسم تضاريس المريخ، كتلك القناة الموضحة أعلاه والتي أطلق عليها علماء ناسا: اسم وادي مانجالا. ومانجالا هو اسم المريخ في اللغة السانسكريتية (الهندية القديمة). بدأت ناسا في تسمية ملامح سطح المريخ المكتشفة حديثا، وقد أطلقت اسم (وديان مارينر) على سلسلة الأخاديد الكبرى في المريخ تكريما لمهمة مارينر.

مارينر 9

أول مركبة تتخذ مدارا حول كوكب آخر، دارت هذه المركبة التي بلغ وزنها 506 كجم (1116 رطلا) دورتين حول المريخ يوميًا ولمدة عام، وصورت كاميراتها التلفزيونية تضاريس الكوكب بينما حللت أجهزتها التي تعمل بالأشعة تحت الحمراء وفوق البنفسجية تركيب الغلاف الجوي وكثافته وضغطه.



قاع نهر جاف؟

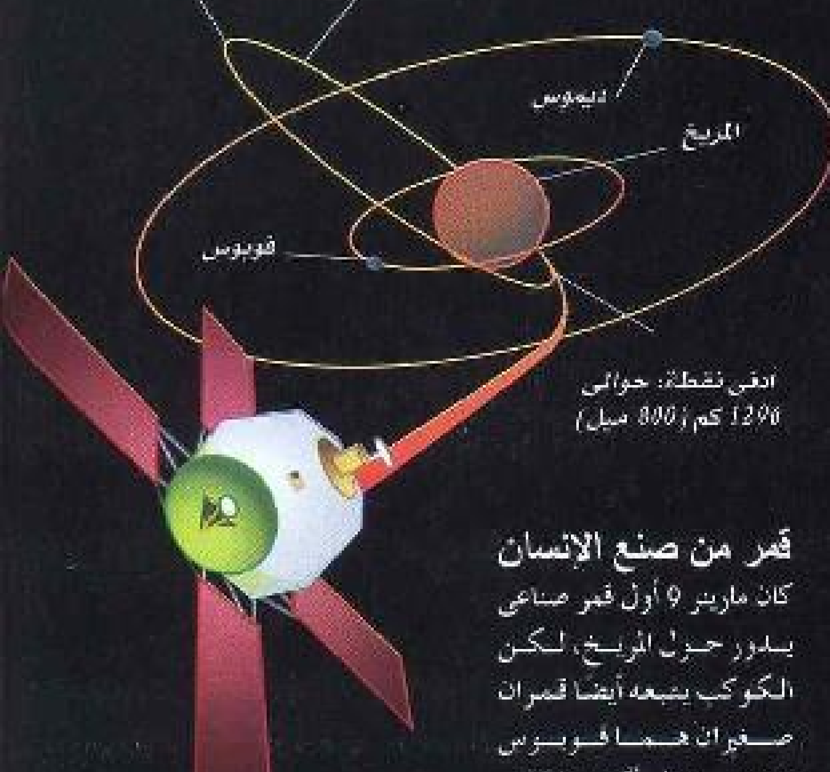
أطلق اسم وديان نيرجال على تلك القناة العميقة التي تمر عبر صحراء مليئة بالفوهات، كانت هذه إحدى الصور الهامة التي التقطها مارينر 9 حيث أشار إلى أن المياه ربما تكون قد جرت على السطح في زمن ما. وقد فاق مارينر 9 كل توقعات ناسا حيث صور 100٪ من سطح الكوكب.

البركان الأوليمبي

أثارت صور مارينر 9 حماس العلماء، وغيرت فكرتهم السائدة أن كوكب المريخ مات منذ زمن بعيد. كانت هناك أدلة أن الماء جرى على سطح المريخ، كما بدت بعض البراكين حديثة نسبيا. أطلقت ناسا اسم (أوليمبس مونز) على أعلى قمة بركانية في المريخ وهو اسم جبل الأوليمب على الأرض.

مارينر ٩: أول مركبة تحوم حول المريخ

في أوائل عام 1971، تسابق العلماء في كل من الاتحاد السوفيتي والولايات المتحدة لإحراز قصب السبق في إرسال مركبة فضائية في مدار حول المريخ، وجهز كل من البلدين أكثر من مركبة لهذه الرحلة الهامة، كان هناك مركبتا مارينر وثلاثة مسابير سوفيتية. انطلق مارينر 8 أولاً في الثامن من مايو، إلا أنه سقط في المحيط الأطلنطي، ثم انطلق مارينر 9 يوم 30 مايو بنجاح. وعلى الجانب الآخر فشل المسبار السوفيتي الأول أيضًا، ولكن المسبارين الآخرين سرعان ما شقا طريقهما نحو المريخ، وصلت المركبة الأمريكية أولاً، وذلك يوم 13 نوفمبر قبل أسبوعين من وصول السوفيت. أدى مارينر 9 عملاً رائعًا، حيث أرسل بيانات تفصيلية بنتائج تحليل الأطياف و7300 صورة فوتوغرافية غطت سطح المريخ بالكامل، مكننا ذلك من دراسة المريخ أفضل من ذي قبل.



قمر من صنع الإنسان

كان مارينر 9 أول قمر صناعي يدور حول المريخ، لكن الكوكب يتبعه أيضًا قمران صغيران هما فوبوس وديموس. وفي أكتوبر 1972، نفد الوقود من مارينر 9 وأغلقت جميع أجهزته، وتوقع العلماء أن يظل في مداره لمدة خمسين عامًا قبل أن يصطدم بسطح الكوكب.

التعرف على فوبوس

كانت مارينر 9 أول مركبة تصور فوبوس – أكبر أقمار المريخ – عن قرب. التقطت هذه الصورة على بعد 5760 كم (3600 ميل). ويظهر السطح المليء بالفوهات بوضوح، بعض الفوهات صغيرة للغاية حيث يصل عرضها إلى 300 متر (330 ياردة).

الأتربة تغطي المريخ

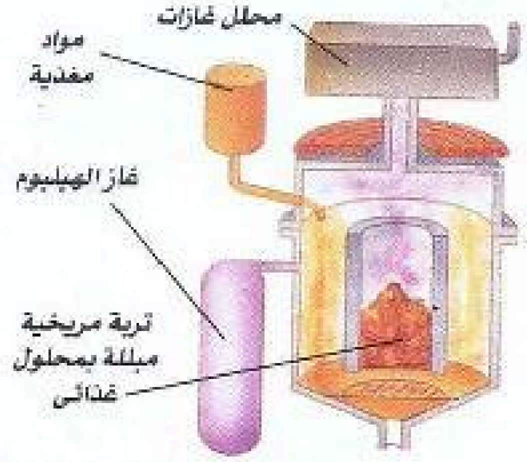
عندما وصلت مارينر 9، كانت هناك عاصفة ترابية عملاقة تغطي سطح المريخ، ويظهر في الصورة قمتان فقط من قمم براكين (ثارسيس)، أغلقت أجهزة مارينر 9 لتوفير الطاقة، وأرسل المسباران الروسيان مركبتي هبوط لكنهما فشلتا، ونفد الوقود من المسبارين الحائمين حول المريخ قبل انتهاء العاصفة.

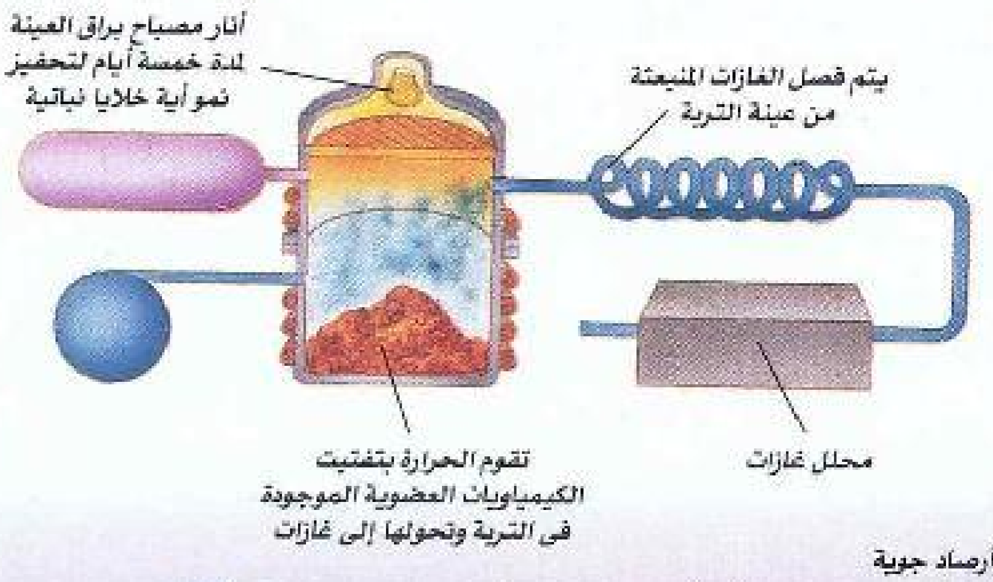
اختبارات بيولوجية على تربة المريخ

التقطت الأذرع الميكانيكية لمركبتى الهبوط فايكنج عينات من التربة، ثم مزجتها بالماء ومواد كيمياوية تدعم وجود الحياة، وقد فحصت معدات حساسة هذا المزيج بحثًا عن أية آثار للحياة مثل جزيئات غازية تنبعث بفعل بكتيريا ميكروسكوبية، لكن اتضح أن تربة المريخ عقيمة، وقرر العلماء أن هذه النتائج السلبية ستكون مشابهةً فى أى مكان على سطح المريخ بما أن الرياح المريخية تمزج الأتربة من جميع أنحاء المريخ بعضها ببعض.

معمل مركبة الهبوط

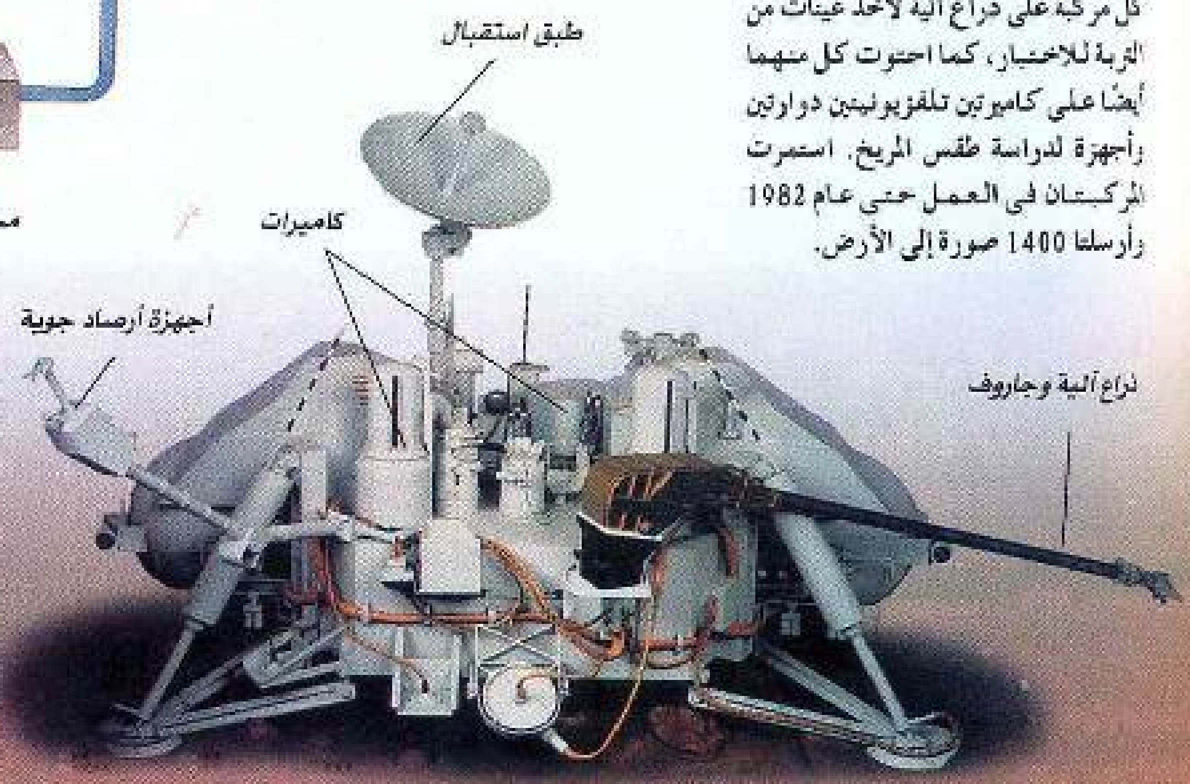
حملت كل مركبة هبوط على متنها معملاً لتحليل عينات التربة، كانت إحدى المعدات تمد العينات بمواد مغذية ثم تحاول الكشف عن الغازات التى قد تصدرها الكائنات الحية بشكل طبيعى، إلا أنه لم يتم رصد أى من تلك الغازات، وبحث اختبار آخر عن خلايا نباتية، فأمدت التربة بالحرارة والضوء لتحفيز الخلايا على النمو لكن بلا فائدة.

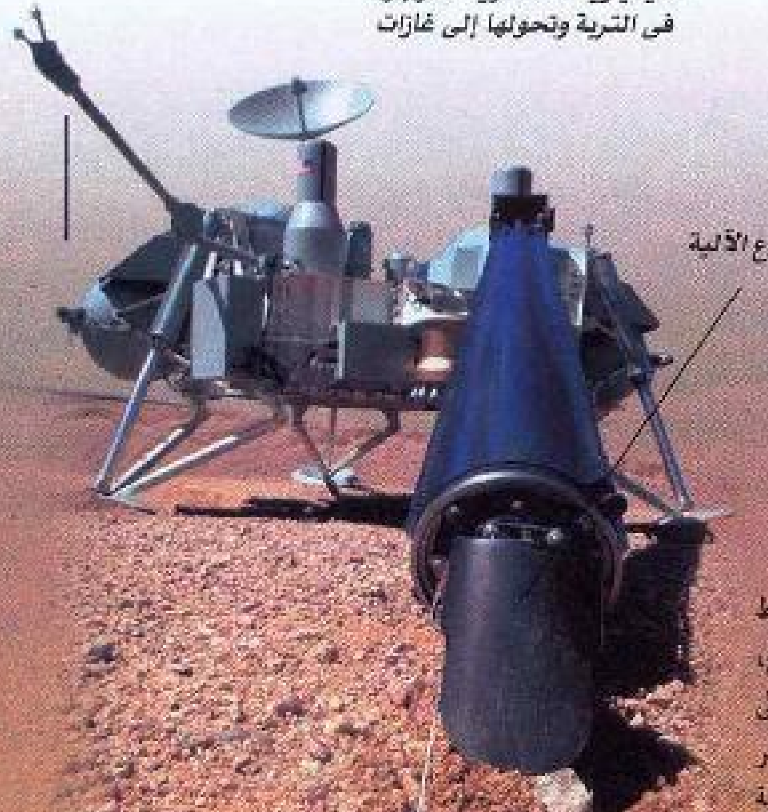




مركبتا الهبوط فايكنج

كانت مركبتا الهبوط فايكنج 1 و2 هما أول مركبتين فضائيتين تجريان أبحاثًا مطولة على سطح كوكب آخر، واحتوت كل مركبة على ذراع آلية لأخذ عينات من التربة للاختبار، كما احتوت كل منهما أيضًا على كاميرتين تلفزيونيتين دوارتين وأجهزة لدراسة طقس المريخ. استمرت المركبتان فى العمل حتى عام 1982 وأرسلتا 1400 صورة إلى الأرض.





الحفر فى التربـة

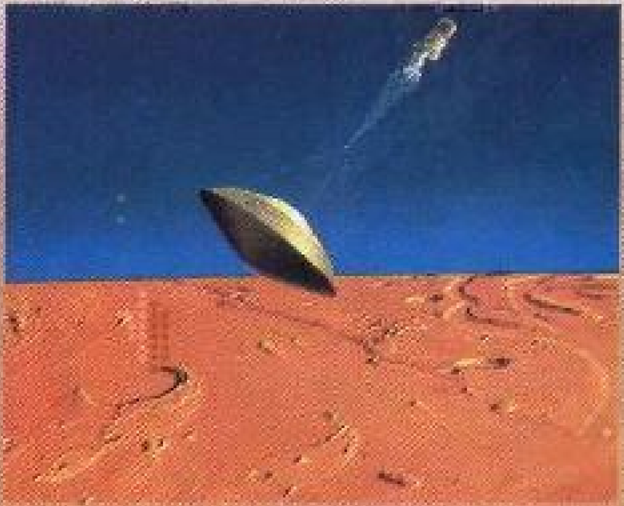
تم اختبار الذراع الآلية ذات الجاروف الحاد لمركبة الهبوط فايكنج على سطح الأرض قبل إطلاق الرحلة نحو المريخ، أشارت نتائج الاختبارات الأولية للعينات المريخية إلى وجود حياة، لكن بمراجعة النتائج ثبت عدم وجود أى أثر لهذه الحياة. جدير بالذكر أن أجهزة الأرصاد الجوية الملحقة بمركبة الهبوط تكون مثبتة على الذراع الأخرى.

أولى المحاولات الناجحة للهبوط على المريخ

في منتصف عام 1975، أطلق مركز كيندي الفضائي بولاية فلوريدا كلاً من فايكنج 1 و2 نحو المريخ، وحملت كل سفينة فضائية مركبة هبوط كي يتم إنزالها على السطح. انطلقت فايكنج 1 في أغسطس عام 1975 لتدخل مدارها حول المريخ في شهر يونيو 1976، وتم إنزال مركبة الهبوط الخاصة بها بالباراشوت وذلك في شهر يوليو حيث هبطت على سهل صخرى في النصف الشمالى. وهناك بدأت تبحث عن أى علامات على وجود حياة في التربة، وهو الهدف الأساسى للمهمة، وفي سبتمبر عام 1976، أنزلت فايكنج 2 مركبة الهبوط التابعة لها على الجانب الآخر للمريخ وفي نقطة أبعد نحو الشمال. التقطت مركبتا الهبوط صورًا رائعةً لسطح المريخ، كما قامتا بتحليل الغازات الموجودة في الغلاف الجوى. كان نجاح الرحلة والهبوط وثروة المعلومات التي قدمتها كل من فايكنج 1 و2 بمثابة انتصار لناسا، ومع ذلك فقد كانت نتيجة المهمة الأساسية للرحلة مخيبةً للآمال، فلم يعثر العلماء على أية آثار للحياة على سطح المريخ.

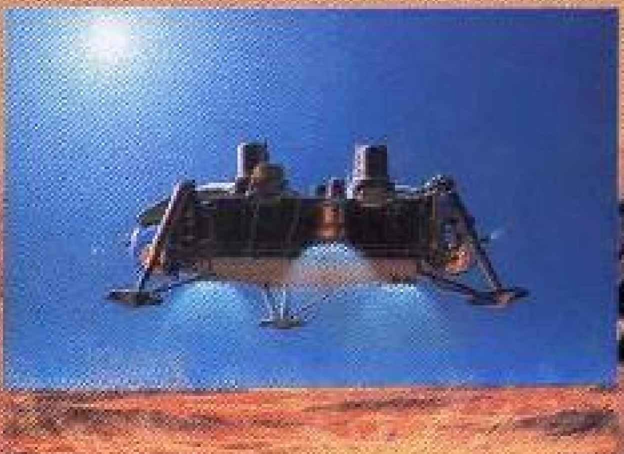
من الأرض للمريخ

كان طبق الاستقبال هذا الموجود بمحطة التتبع (جولدستون) بولاية كاليفورنيا على اتصال بمركبتي فايكنج الفضائيتين، وقد تولت (شبكة الفضاء العميق) التابعة لناسا إدارة هذه المحطة مع محطتين أخريين في إسبانيا وأستراليا، احتوت كل محطة على ثلاثة أطباق استقبال أكبرها كان قطره 70 مترًا (230 قدمًا).



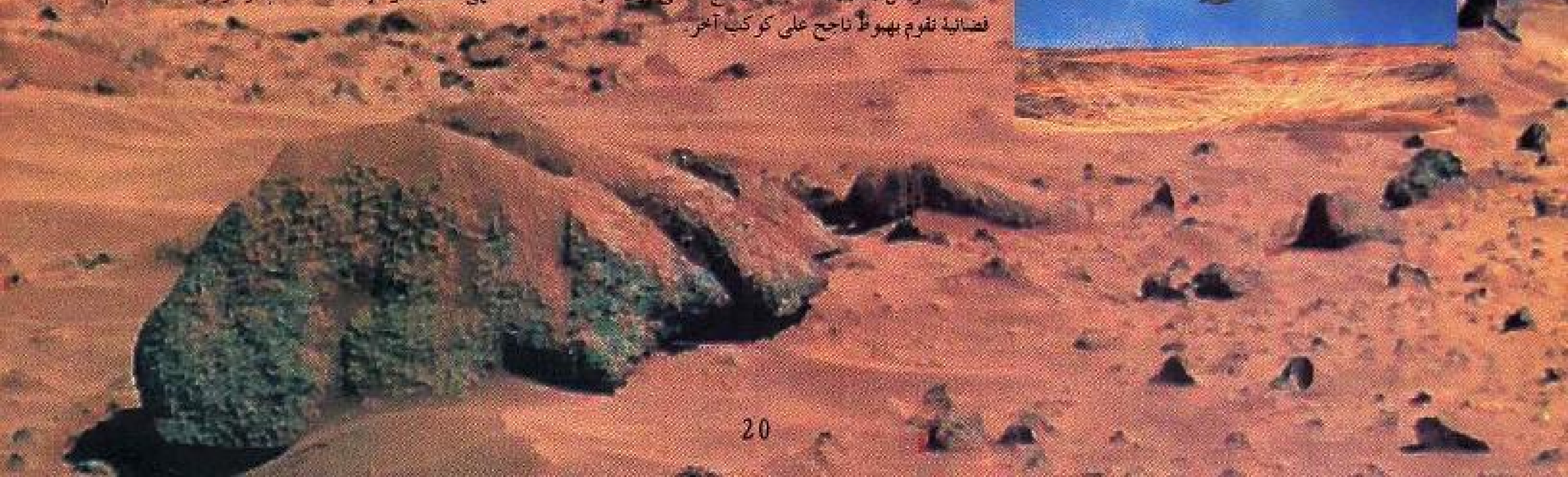
هبوط فايكنج بالباراشوت على سطح المريخ

في العشرين من يوليو عام 1976، فصل الكمبيوتر الموجود على متن فايكنج 1 مركبة الهبوط عن السفينة المدارية. اتخذت مركبة الهبوط مسارًا منحنيًا في أثناء النزول إلى سطح المريخ، وفي الميل الأخير من مسار الهبوط، فتح باراشوت كما هو موضح في الصورة، وكانت مركبة الهبوط مازالتْ في درعها الهوائي الواقي.



الاقتراب من السطح

يصور هذا الرسم لحظةً حاسمةً في أثناء الهبوط، فبعد أن فتح الباراشوت الخاص بمركبة الهبوط، تم فتح الدرع الهوائي الواقي وانحلت أرجل الهبوط وضع الإنزال، بعد ذلك بخمسين ثانية، أطلقت الصواريخ الكابحة لتخفف من سرعة الهبوط الذى انتهى بعد ذلك بدقيقة واحدة بصدمة خفيفة في منطقة (كريس بلانيتيا)، كانت فايكنج 1 هي أول مركبة فضائية تقوم بهبوطٍ ناجح على كوكب آخر.



صورة التقطتها فايكنج 1 لسطح المريخ

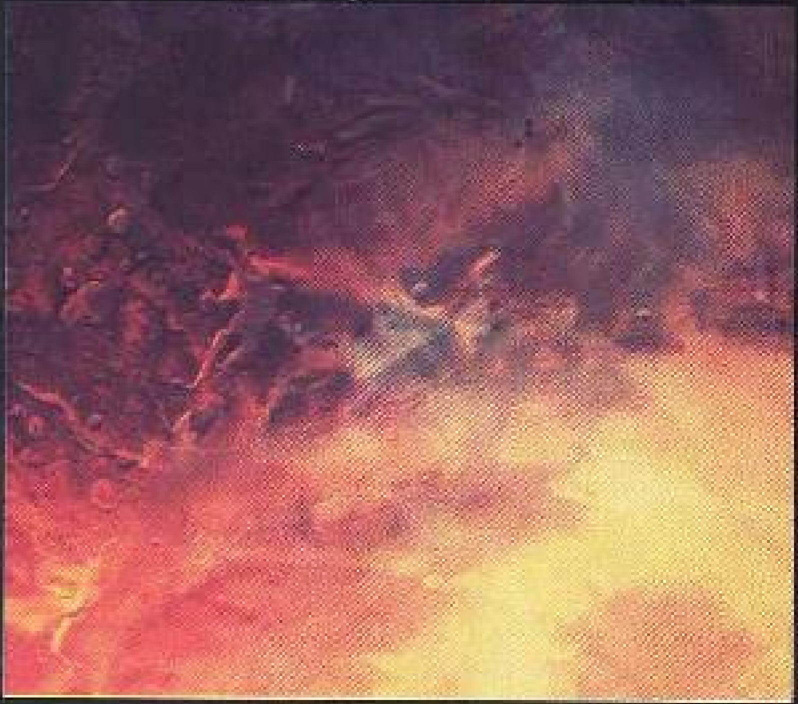
يبدو هذا المنظر الواقع في الأفق الشمالي الشرقي لمنطقة (كريس بلانيتيا) مألوفًا لكل من زار الصحارى الصخرية في الجنوب الغربي للولايات المتحدة، لكن المريخ أكثر قحطًا من أى صحراء على سطح الأرض، ولون سمائه وردى فاقع بفعل ذرات التراب العالقة في الهواء. أما أبعاد هذه الصخرة المسماة "Big Joe" أو جو الكبير، فهي ثلاثة أمتار عرضًا (10 أقدام) ومتر ارتفاعًا (3 أقدام).

العصر الهيسبيرى

دام العصر الهيسبيرى فى الفترة منذ 3,5 بليون سنة إلى 2,5 بليون سنة مضت، انفجرت خلاله البراكين وجرت سيول من الحمم. لكن النشاط البركانى بدأ يقل مع برودة حرارة المريخ، فقد بدأت المياه فى التجمد لتكون جليدًا على السطح وأسفله. فى هذا الوقت الملىء بالتغيرات، كان هناك فيضانات غزيرة، شقت تلك الفيضانات قنوات عميقةً واسعةً. وعندما أخذت المياه فى التجمد والهروب تحت السطح، أصبح المريخ أكثر جفافًا وانتقل إلى عصر آخر.

عصر البراكين

يوضح هذا الرسم انفجارًا مروعًا لبركان من العصر الهيسبيرى، ينبعث الدخان والرماد البركانى فى الجو. وربما أذاب هذا النشاط البركانى الجليد الموجود تحت السطح لتتفجر سيول من الماء إلى السطح وتشق قنوات عميقة على سطح المريخ.



منخفضات يافعة

تقع منخفضات (أمازونيا بلانيتيا) - والتى سمى العصر الأمازونى نسبة إليها - غرب منطقة (تارسيس) البركانية، توضح هذه الصورة السطح المغطى بالحمم لتلك المنخفضات. وتوجد فوهات اصطدام أقل من المناطق المرتفعة الأقدم.

العصر الأمازونى

بدأ العصر الأمازونى منذ 2,5 مليون سنة واستمر إلى الوقت الحاضر، استمرت خلاله أيضًا النشاطات البركانية وظهرت فوهات الاصطدام لكن بمعدل أقل من العصرين السابقين. واليوم أصبح المريخ كوكبًا جافًا وممتلئًا بالأتربة، وأصبح غلافه الجوى رقيقًا. أحد أسباب هذا الجفاف هو أن الضغط الجوى صار منخفضًا للغاية مما يجعل المياه التى تصل للسطح تتجمد أو تغلى وتتبخر فى الحال. فى هذا العصر الأمازونى، أصبحت أغلب المياه الموجودة على المريخ على هيئة جليد تحت السطح.

صخرة مريخية على الأرض

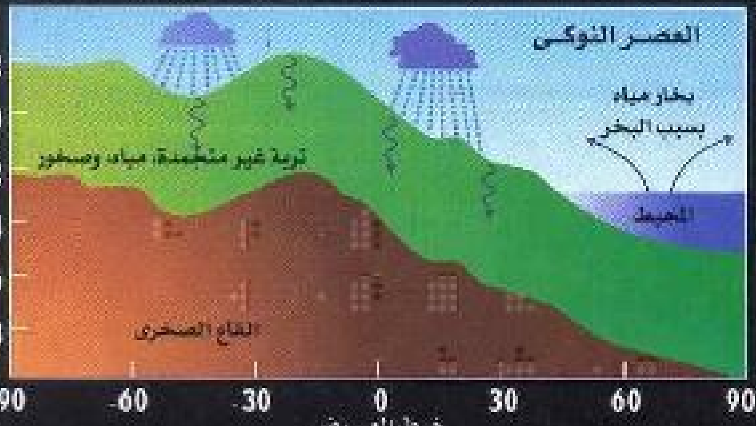
اكتشف هذا الحجر النيزكى بالقرب من نرس أنجلوس فى السبعينيات، وكشف التحليل العلمى أنه قادم من المريخ، وهو يتكون من حمم بركانية ويزن 450 جرامًا (1 رطل)، وعمره 175 مليون سنة مما يثبت أن البراكين المريخية استمرت نشطة حتى العصر الأمازونى القريب.

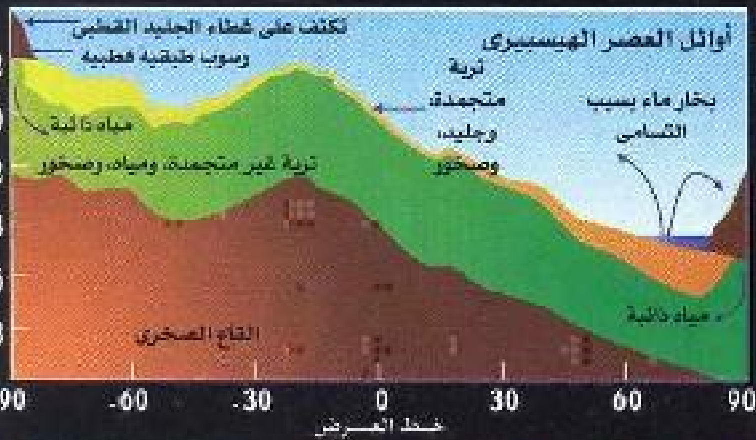
ثلاثة عصور للمريخ

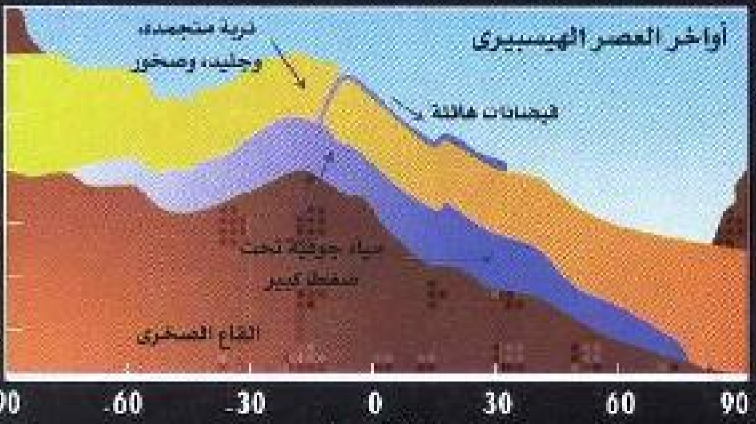
يعتقد العلماء أن المريخ مر بثلاثة عصور أو أحقاب زمنية دامت كل منها ملايين السنين، وتسمى تلك العصور بأسماء المناطق الجغرافية المختلفة على المريخ. العصر الأول يسمى (العصر النوكى) Noachian Age، والذى كان فى الأغلب عصرًا دافئًا رطبًا، وكان هناك الكثير من البراكين الناشطة فى هذا العصر، سمى هذا العصر على اسم منطقة (نوكيس تيرا) Noachis Terra الواقعة جنوبى المريخ حيث المرتفعات العتيقة المليئة بالفوهات إثر اصطدام النيازك. يلى ذلك (العصر الهيسبيرى) Hesperian Age الذى انخفضت فيه درجات الحرارة كثيرًا وتجمدت المياه، وسمى هذا العصر على اسم منطقة هيسبيريا Hesperia Planum الواقعة فى النصف الجنوبى للمريخ، والتى تعتبر أكثر حداثة من المنطقة الأولى حيث إن الفوهات بها أقل. أما العصر الحالى فهو (العصر الأمازونى) Amazonian Age نسبة إلى المسطح المنخفض (أمازونيا بلانيتيا) Amazonis Planitia الواقع فى الشمال، وهى منطقة صحراوية مليئة بالأتربة وعدد الفوهات بها قليل، وتعد واحدة من أحدث المناطق على سطح المريخ.

العصر النوكى

بدأ هذا العصر منذ حوالى 4,5 بليون سنة عندما كان المريخ فى طور التكوين. وانتهى منذ حوالى 3,5 بليون سنة، وخلال هذه الفترة، بدأ معدل اصطدام النيازك يقل، وسمح المناخ الدافئ للأنهار والبحيرات بل والمحيطات بالتدفق على سطح المريخ.







تجمد المياه

فى العصر النوكى (فى الأعلى)، ربما تدفقت المياه السائلة على سطح الكوكب وأسفله، لكن فى بدايات العصر الهيسبيرى (فى المنتصف)، تسرب أغلب المياه تحت السطح أو تجمد فوقه. وفى أواخر العصر الهيسبيرى (فى الأسفل)، حبست أغلب المياه على الكوكب فى شكل رسوب جليدية جوفية، لكن جيوبًا من المياه السائلة المضغوطة كانت تنفجر من حين لآخر محدثة انفجارات موضعية أو فيضانات هائلة.

وفرة المياه

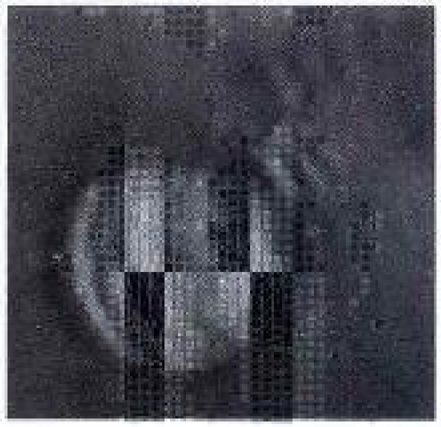
يعتقد بعض العلماء أن الوديان المنخفضة فى المناطق القطبية الشمالية للمريخ كانت مغمورة بالمياه التى تدفقت من المرتفعات الجنوبية فى كل من العصر النوكى والهيسبيرى. وربما مكن الغلاف الجوى السميك الأمطار من الهبوط لاحتوائه على كمية كافية من البخار.

سطح المريخ منذ 3.5 بليون عام

يبين تصور هذا الفنان لمنطقة أرابيا تيرا Arabia Terra فوهة شياباريلى فى المقدمة، لم تتغير المنطقة كثيرًا منذ العصر النوكى عندما كانت الشهب والنيازك تتساقط على سطح الكوكب.

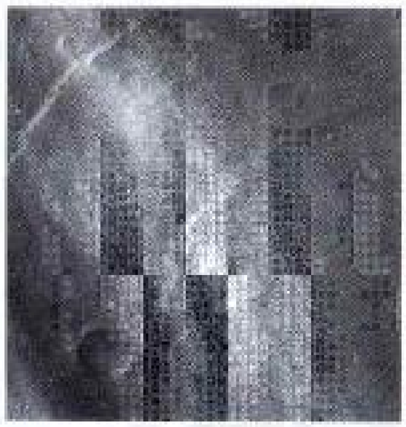
السحب على المريـخ

تتكون السحب على القمم البركانية الشاهقة فى فصل الصيف عندما يصعد الهواء الدافئ لأعلى ويبرد، وتكون أبخرة الماء وثانى أكسيد الكربون سحبًا فوق المناطق القطبية على ارتفاعات عالية. توجد سحب الماء المتجمد على ارتفاع 19-29كم (12-18 ميلاً)، أما سحب ثانى أكسيد الكربون فتوجد على ارتفاع 48كم (30ميلاً). لا توجد أمطار على المريخ نظرًا لجفاف وبرودة الكوكب، لكن فى الشتاء، تخلف السحب القطبية صقيعًا على الأرض وقد تخلف ثلوجًا فى بعض الأحيان.



سحب موجية متعرجة

تظهر هذه الصورة مثالاً على السحب الموجية المتعرجة فوق إحدى الفوهات، تتكون السحب الموجية المتعرجة حول العوائق الكبيرة مثل الجبال والفوهات والبراكين، ويتخذ الهواء شكل انحناءات موجية فى مثل هذه المناطق.



سحب خطية

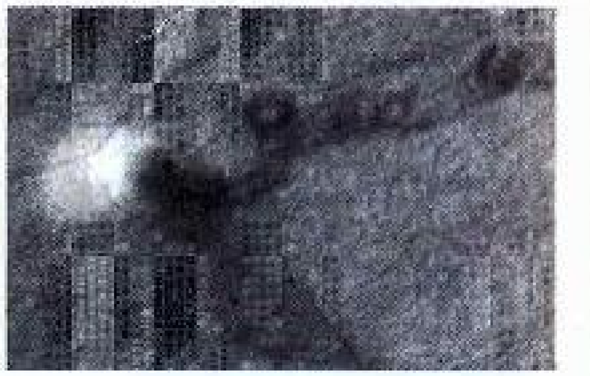
قد تظهر هذه السحب فى أى مكان من المريخ، ولكنها توجد بكثرة فى مرتفعات (سيرتس ماجور) Syrtis Major، الواقعة شمالى (هيلاس بلانيتيا) Hellas Planitia، يمكن رؤية هذه السحب المريخية من خلال أجهزة التلسكوب الأرضية حيث إنها تعكس أشعة الشمس وبالتالى تبدو كبقع مضيئة.

ضباب فى متاهة

توضح كاميرات مركبة الفضاء ضبابًا فى متاهات (نوكيس) ـ وهى أخاديد تقع على الطرف الغربى من وديان مارينر فى ساعة مبكرة من الصباح، وعلى الرغم من أن الغلاف الجوى المريخى يحتوى على كمية ضئيلة من بخار الماء، إلا أن درجات الحرارة الباردة والضغط الجوى المنخفض أديا إلى تكاثف سحب من الماء المتجمد.

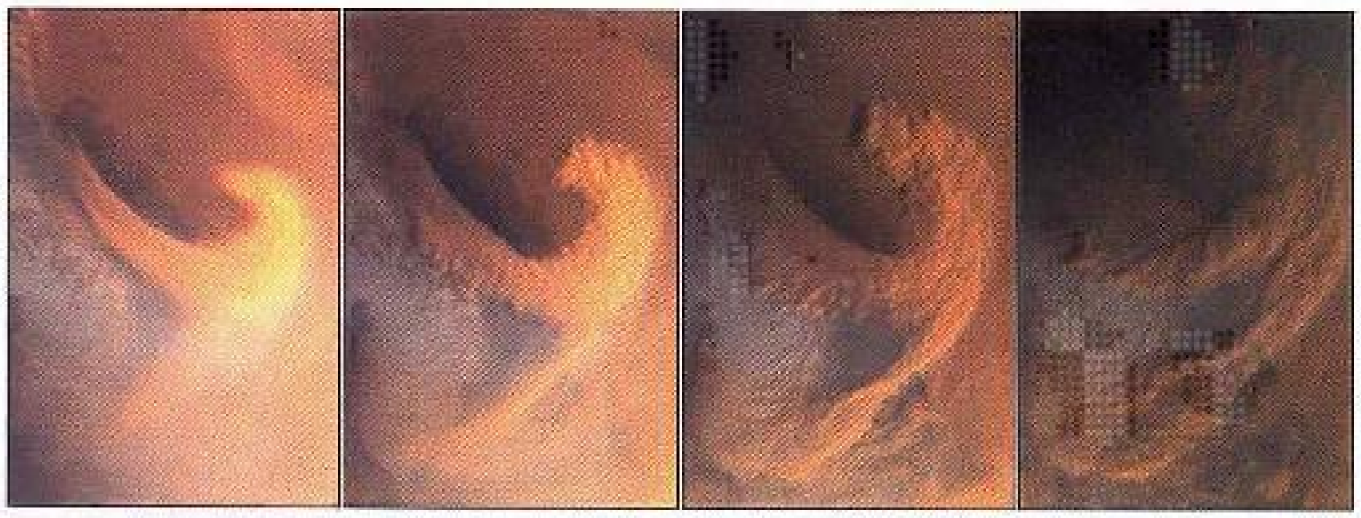
عواصف ترابية و(شياطين ترابية)

تعمل الرياح المريخية دائمًا على تعرية الصخور وإثارة الأتربة، وقد تتحول السحب الترابية إلى عواصف عاتية تمتد عبر آلاف الأميال، وتصعد سحب التراب حتى 1كم (3000 قدم) فى الجو، وتملأ الهواء لأسابيع عديدة، وغالبًا ما تحدث زوابع صغيرة ـ (تيارات نقل حرارى) ـ وتتخذ شكل أعمدة دوامية تدور على الأرض، هذه «الشياطين الترابية» ـ كما يطلقون عليها ـ قد يصل طولها إلى 100 متر (300 قدم)، ويمكن رؤيتها من فوق المركبات التى تتخذ مدارًا حول المريخ.



إعصار مريخـى

الشمس ترسل أشعتها على أحد هذه الشياطين الترابية الدوارة والذى يخلف وراءه أثرًا دواميًا، وغالبًا ما تتكون الشياطين الترابية فى فصل الصيف على المناطق المسطحة من المريخ.

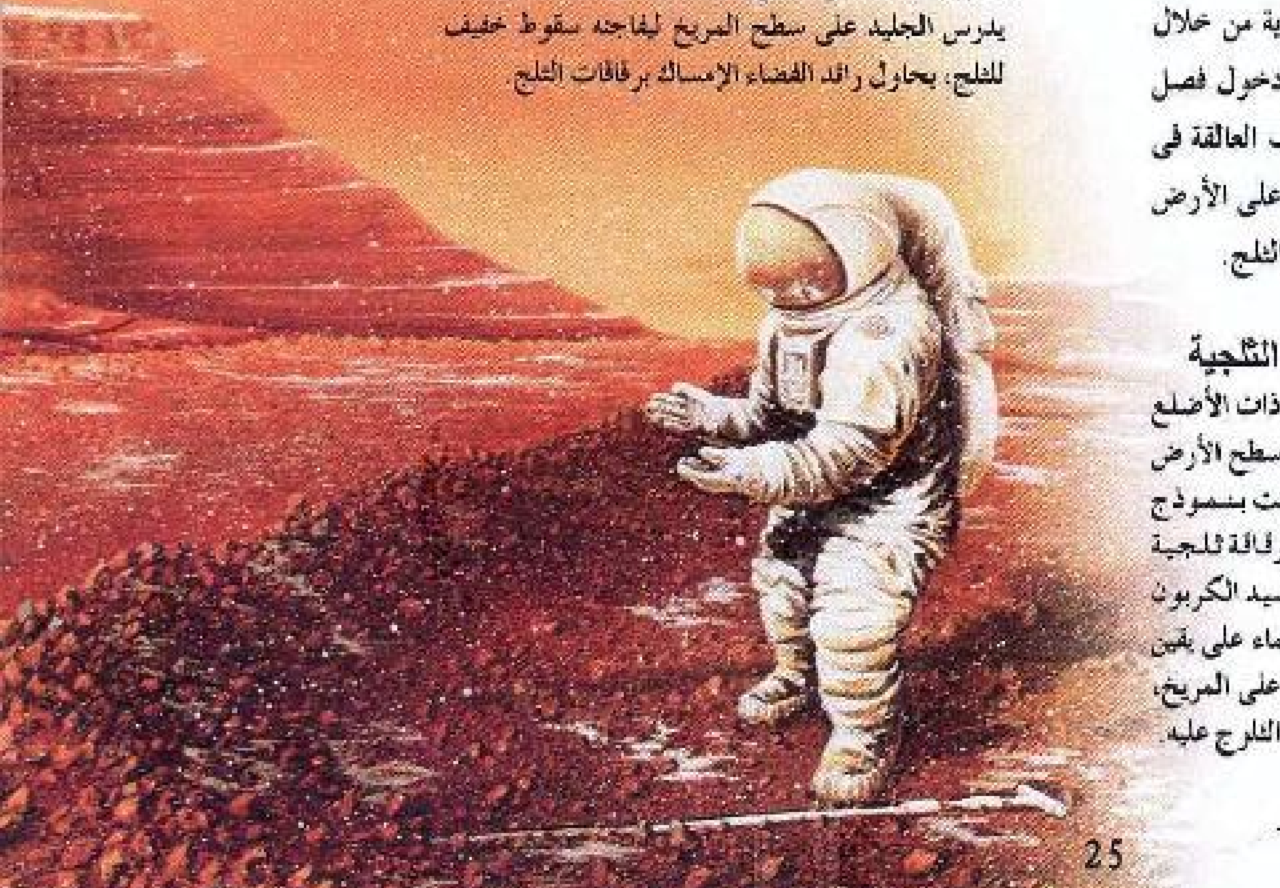


عاصفة ترابية تتكون

سجلت هذه السحابة الترابية الخانقة فى هذه الصور التى التقطت عام 1999 لنظام عواصف هائل يمتد فوق المنطقة القطبية الشمالية، وقد التقطت كل صورة بعد ساعتين من سابقتها (من اليسار لليمين)؛ لذا تظهر هذه الصور التطور السريع والتمدد العنيف للعاصفة.

هل تتساقط الثلوج على سطح المريخ؟

تغطى سحب كثيفة المناطق القطبية الشمالية فى فصل الخريف، وتصعب الرؤية من خلال هذا (الغطاء القطبى) لذا فإن العلماء لا يمكنهم تحديد ما يحدث أسفله، مع دخول فصل الشتاء، يزداد حجم هذا الغطاء، فتتجمد الأبخرة الثلجية على جزيئات التراب العالقة فى الهواء لتشكل بلورات شبه ثلجية، وعندما ينكمش هذا الغطاء القطبى، يترك على الأرض غلافًا أبيض من الصقيع وربما من الثلج.



تساقط مفاجئ للثلج

يصور هذا العمل الفنى رائد فضاء من المستقبل وهو يدرس الجليد على سطح المريخ لفاجئه سقوط خفيف للثلج؛ يحاول رائد الفضاء الإمساك برقاقات الثلج

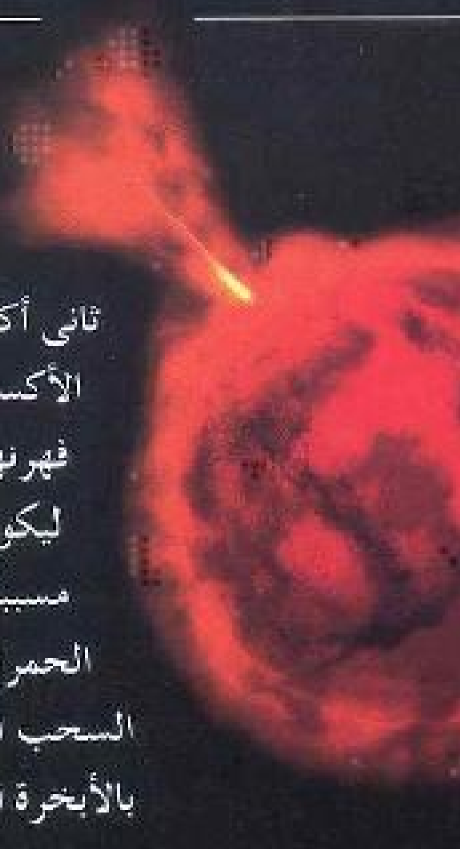
رقاقة ثلج من الأرض

رقاقة ثلج من المريخ

تناقض فى الرقاقات الثلجية

تبدو هذه الرقاقة الثلجية ذات الأضلع الست والتى تشكلت على سطح الأرض رقيقة وهشة إذا ما قورنت بنموذج مصنوع من البلاستيك لرقاقة ثلجية مريخية مكونة من ثانى أكسيد الكربون والتى تبدو كالجوهرة. صار العلماء على يقين من أن الصقيع يتكون بشكل منتظم على المريخ، إلا أنهم مازالوا يتشككون بشأن تساقط الثلوج عليه.

الغلاف الجوى للمريخ



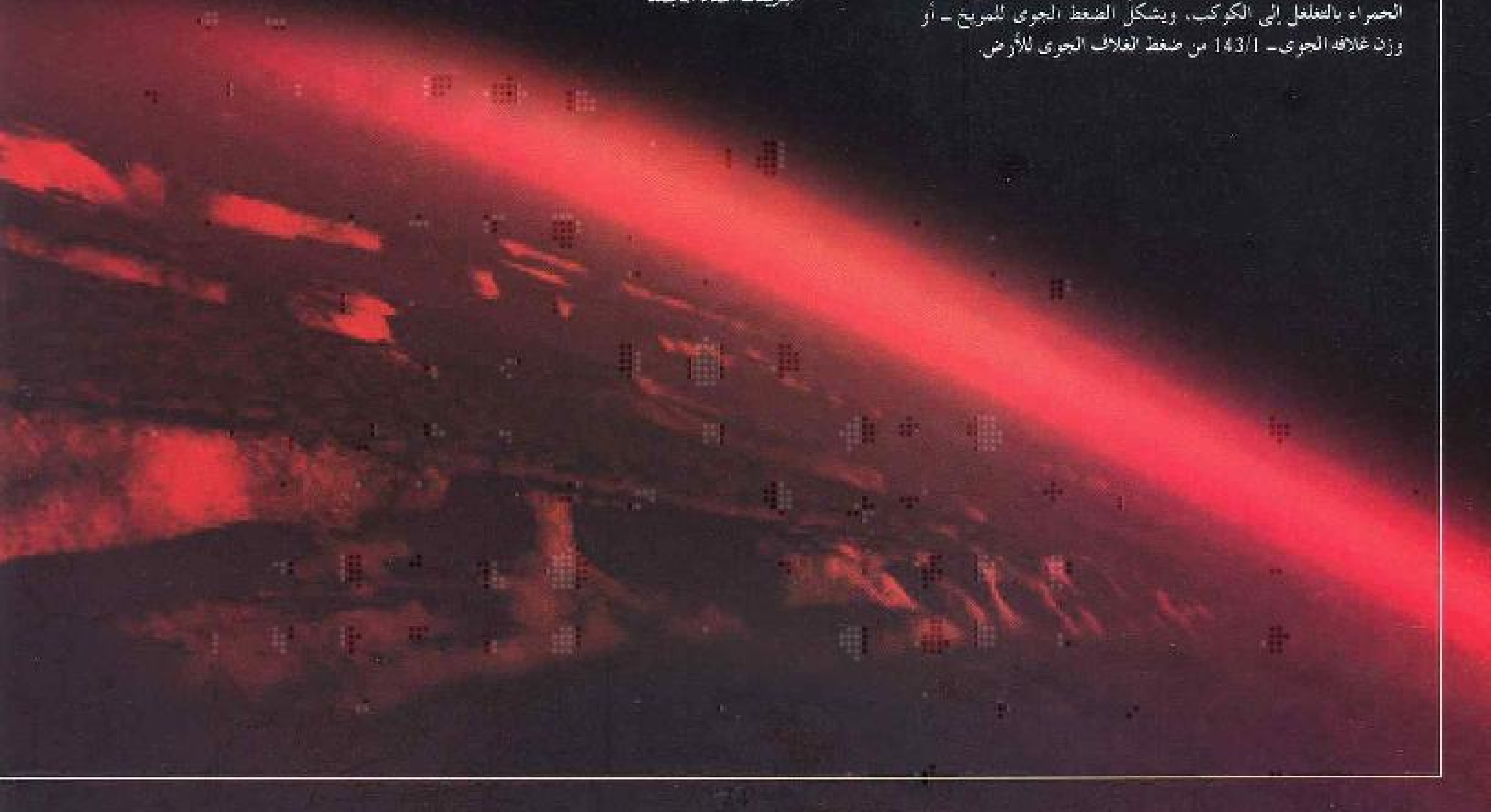
يعتبر (الهواء) أو الغلاف الجوى للمريخ أقل سمكًا بكثير من الغلاف الجوى للأرض، ويشكل ثانى أكسيد الكربون 95٪ منه. أما الغلاف الجوى للأرض فيتكون من 78٪ من النيتروجين، 21٪ من الأكسجين، أما الحرارة على سطح المريخ فهى شديدة البرودة: -63 درجة مئوية (-81 درجة فهرنهايت)، يتجمد بخار الماء وثانى أكسيد الكربون فى الطبقات العليا من الغلاف الجوى للمريخ ليكونا سحبًا عالية. وتظهر سحب أخرى فوق المريخ خلال الربيع عندما تحمل الرياح الأتربة فى الجو مسببةً عواصف ترابية هائلة. وتستقر أغلب الحبيبات الرملية على السطح من جديد، لكن الحبيبات الحمراء صغيرة الحجم تظل عالقة فى الطبقات السفلى من الغلاف الجوى - التروبوسفير. وتضفى هذه السحب الترابية على السماء لونًا ورديًا مائلاً إلى البرتقالى، أما فى المناطق القطبية، فتمتزج الأتربة العالقة بالأبخرة الجليدية فتتحول إلى صقيع ثلجى يغطى السطح.

فقدان الهواء فى العصر النوكى

منذ بلايين السنين، عصفت الاصطدامات النيزكية بأغلب قطاعات الغلاف الجوى المريخى، ومنذ ذلك الحين، تسرب الهواء إلى الفضاء نظرًا لانخفاض الجاذبية المريخية التى تساوى ثلث جاذبية الأرض، ومثل هذه الجاذبية المنخفضة جعلت الغازات تختفى فى الفضاء. ويفقد المريخ هواءً أكثر فى أثناء فصل الشتاء حينما يتجمد ثانى أكسيد الكربون فى المناطق القطبية (الغطاء الجليدى)، ولكن فى الربيع، يتحول ثانى أكسيد الكربون إلى غاز من جديد.

الشروق من خلال الضباب

يبدو جو المريخ متوهجًا بلونه الأحمر فى تصور هذا الفنان عن بزوغ الفجر على المريخ كما نراه من المدار. فالجزيئات الصغيرة المحملة بأكسيد الحديد تطفو فى الجو وهى تمتص الضوء الأزرق لتسمح للأشعة الحمراء بالتغلغل إلى الكوكب، ويشكل الضغط الجوى للمريخ - أو وزن غلافه الجوى - 1/143 من ضغط الغلاف الجوى للأرض.



مكتشف القمرين

فى أغسطس من عام 1877، أخذ الفلكى (أساف هول) يدرس المريخ ليلةً بعد ليلة بحثًا عن أقمار، واستخدم هول أقوى أجهزة التلسكوب فى زمنه ولكن الطقس السيئ حجب الرؤية. تعب هول وأوشك على الاستسلام، إلا أن زوجته (أنجيلين ستيكنى هول) شجعته على المضى قدمًا، صفا الجو أخيرًا وحصد هول ثمرة تعبه بالعثور على ديموس ثم فوبوس.

حب الهندسة

ولد (أساف هول) فى مدينة جوشين بولاية كونيتيكت الأمريكية عام 1829، وبفضل شغفه بالهندسة والجبر، تمكن هول من الوصول إلى مرصد (هارفارد) الفلكى بمدينة كيمبردج بولاية (ماساتشوستس) ثم التحق بالمرصد التابع للبحرية الأمريكية.

ميدالية (أراجو) من الأكاديمية الفرنسية للعلوم

وسام الشرف

تكريمه إثر هذا الاكتشاف

حصل هول على عدة أوسمة تقديرًا لمجهوداته، منها وسام الشرف الفرنسى وميدالية أراجو من الأكاديمية الفرنسية للعلوم والميدالية الذهبية من الجمعية الملكية للعلوم الفلكية ببريطانيا العظمى، وفى عام 1998، أهدت عائلة هول هذه الأوسمة لمرصد البحرية الأمريكية بمدينة واشنطن العاصمة.

الأبعاد والمدارات

يبلغ طول فوبوس حوالى 27 كم (16 ميلاً) على أطول محاوره، بينما يبلغ طول ديموس 16 كم (10 أميال)، يدور فوبوس على ارتفاع يتجاوز الـ6100كم (3700ميل) فوق سطح المريخ، بينما يدور ديموس على ارتفاع أكثر من ضعف هذا الارتفاع. يكمل فوبوس ثلاث دورات كل يوم مريخى، بينما يكمل ديموس دورةً واحدةً كل 1,26 يوم مريخى. ويعتقد العلماء أن فوبوس يهوى ببطء وأنه سيرتطم بالمريخ خلال 50 مليون سنة.

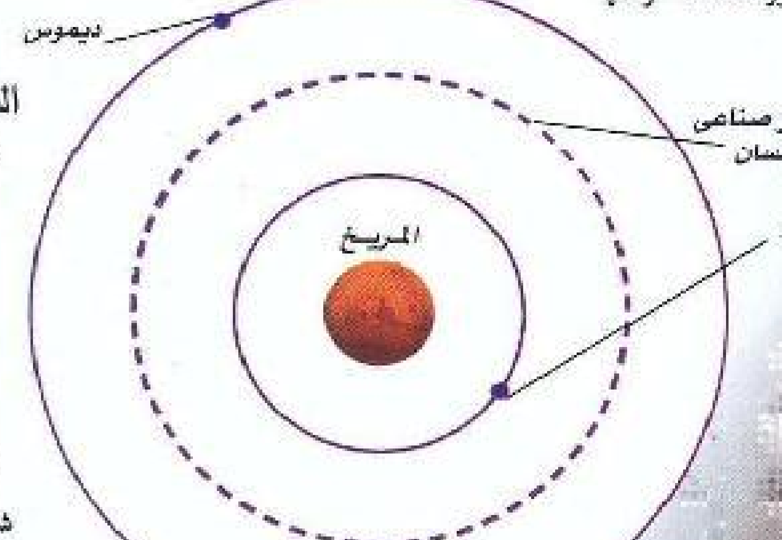
تابعا المريخ

يوضح هذا الجدول نصف القطر المدارى لكل من القمرين، كما يوضح الزمن الذى يكمل فيه كل قمر دورة فى مداره قياسًا باليوم المريخى، كما نرى السرعة المدارية لكل منهما، وأبعاد كل من القمرين (الطول، العرض، الارتفاع) ومساحة السطح.

الخاصية	ديموس	فوبوس
نصف القطر المدارى	23459كم (14577 ميلاً)	9378كم (5827 ميلاً)
زمن الدورة المدارية	30 ساعة و18 دقيقة	7 ساعات و39 دقيقة
متوسط السرعة المدارية	4, 1كم/الثانية (87, 0ميل/الثانية)	1, 2كم/الثانية (3, 1ميل/الثانية)
الأبعاد بالكم والميل	16×12,5×10 كم 10×7,5×6 ميلاً	26,8×22,8×19 كم 16,1×13,7×11,5 ميلاً
المساحة	400كم مربع 250 ميلاً مربعًا	1000كم مربع 625 ميلاً مربعًا

ظل القمر

التقطت هذه الصورة لظل فوبوس على سطح المريخ من على متن المركبة المدارية للمريخ عام 1999، وسبب هذه الظاهرة هو أن فوبوس مر بين المريخ والشمس، ويحدث ذلك كثيرًا بما أن هذا القمر يكمل دورةً حول المريخ كل ثمانى ساعات تقريبًا، وتغطى هذه الصورة مساحةً عرضها 250كم (155 ميلاً).



النظام القمرى للمريخ

يوضح هذا الرسم مدارى القمر الخارجى ديموس والقمر الداخلى فوبوس وهما يحويان مدارًا ثالثًا بينهما، يرسم هذا المدار الإضافى مسار قمر صناعى من صنع الإنسان، وسوف يدور هذا القمر الصناعى بنفس سرعة دوران المريخ حول محوره؛ لذا فإنه سيبدو كما لو كان واقفًا فوق نقطة واحدة إذا ما شاهدناه من على سطح المريخ.

سرعة الهروب

سوف يتمكن رواد الفضاء فى المستقبل من القفز من على سطح ديموس إلى الفضاء، فمجرد وثبة عالية كافية كى يبلغ المرء (سرعة الهروب) ـ وهى السرعة اللازمة للهروب من مجال الجاذبية ـ وهى 5,7 متر/ث (18,7 قدم/ ث) من على سطح ديموس، أما فوبوس الأكبر نسبيًا وذو مجال الجاذبية الأقوى فيتطلب الهروب منه وثبة سرعتها 10,3 متر/ث (33,8 قدم/ث).

قمـــرا المريـــخ

اعتقد العلماء منذ عدة قرون بوجود أقمار للمريخ، إلا أن أحدًا لم يجدها، ولقد وصف الكاتب الأنجلو أيرلندى جوناثان سويفت قمرى المريخ بدقة فى رائعته (مغامرات جاليفر) التى ألفها عام 1726، لكن أحدًا لم يكن قد رآهما. وفى عام 1877، تمكن الفلكى الأمريكى (أساف هول) من اكتشاف قمرى المريخ. رصد (هول) القمرين باستخدام التلسكوب القوى الموجود بمرصد البحرية الأمريكية فى واشنطن العاصمة، وأطلق عليهما اسمى (فوبوس) و(ديموس) نسبة إلى ابنى (آريس) إله الحرب الإغريقى فهو النظير الإغريقى للإله مارس الرومانى. وغالبًا ما يسمى التابعان الضئيلان للمريخ (قميران)، وربما كانا كويكبين أسرتهما جاذبية المريخ. وقد أطلق (هول) اسم عائلة زوجته (ستيكنى) على الفوهة الكبيرة على سطح (فوبوس).

تنبـؤ مذهـل

وصف الكاتب الهجائى والناقد الاجتماعى (جوناثان سويفت) (1667- 1745) قمرى المريخ فى عام 1726، وذلك قبل أن يكتشفهما الفلكيون بمائة وخمسين عامًا. وقد دار القمران اللذان وصفهما سويفت على مسافات وبسرعات اتضح فيما بعد أنها قريبة جدًا من سرعات ومسافات القمرين الحقيقيين.

ديموس

فوبوس

قميـرا المريـخ

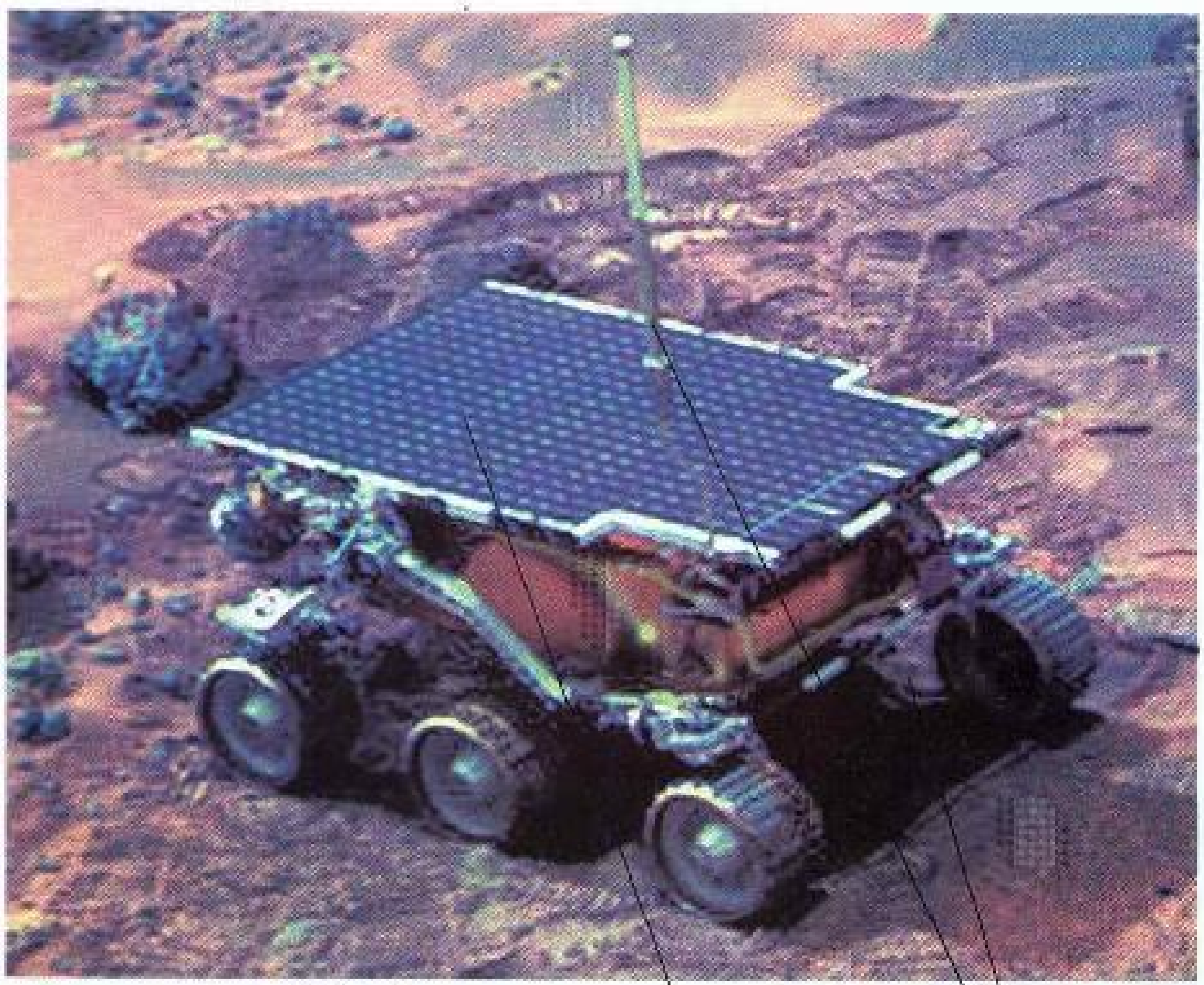
يظهر تابعا المريخ فى رسم هذا الفنان، يبدو القمر الأكبر فوبوس وعرًا ومليئًا بالفوهات والحفر العميقة، بينما يبدو ديموس أقل وعورة لأن فوهات الاصطدام عليه مدفونة تحت الصخور والأتربة التى تغطى سطحه.

فى مدار حول المريخ

يعطى هذا الرسم صورة تخيلية عن شكل المريخ من فوق (فوبوس) أكبر قمرى المريخ، ويصور الرسم المنظر على بعد 160 كم (100 ميل) من فوبوس الذى يدور على ارتفاع 9400كم (5800 ميل) من سطح المريخ.

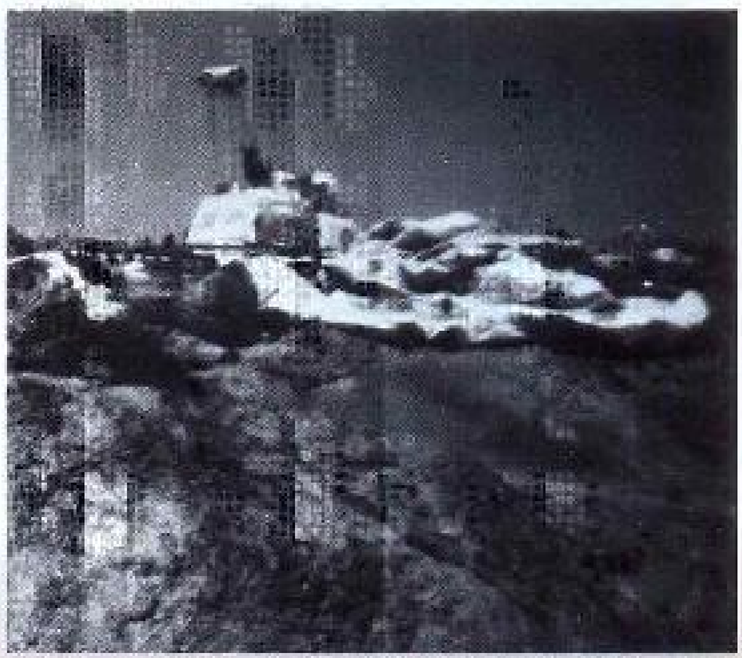
الطوافـة سـوجـورنـير

عندما انزلقت الطوافة سوجورنير على سلم الإنزال ووصلت لسطح المريخ صاح العلماء من على الأرض: «ست عجلات على التربة»، كانت هذه أول طوافة آلية تستكشف المريخ، سميت الطوافة «سوجورنير» تكريمًا للمرأة الأفرو أمريكية «سوجورنير تروث» التى حاربت الرق وناضلت من أجل حقوق المرأة. كان وزن هذه الطوافة الآلية التابعة لناسا 11كجم (24 رطلاً)، وكانت مجهزة بالليزر والكاميرات ومجسات حرارة وأجهزة اتصال وأدوات لتحليل الصخور والأتربة. كانت المركبة تقطع نصف متر فى الدقيقة لتدرس المعادن فى التربة والأتربة فى الجو، وأطلق علماء ناسا الذين كانوا يتلقون المعلومات من «سوجورنير» أسماءً مثل: «القرش» و«الوتد» و«الحبار» و«اليوجى» و«الشامبانزى» على الصخور التى صورتها المركبة.



سوجورنير فى أثناء العمل

يوفر نظام التعليق للطوافة ثباتًا عاليًا، ولها مفاصل تتأقلم مع تغيرات التربة السطحية، وقد مكن نظام التعليق المعتمد على ست عجلات الطوافة من اجتياز صخور ارتفاعها 20سم (8 بوصات)، وهو ثلاثة أضعاف ما يمكن لعربة ذات أربع عجلات اجتيازه، وتستطيع سوجورنير أن تميل بزاوية قدرها 45 درجةً جانبًا عند اجتياز إحدى الصخور بدون أن تنقلب.



رؤية الطوافة لمركبة الهبوط

صورت سوجورنير مركبة باثفايندر فى اليوم المريخى الثالث والثلاثين، حيث كانت الكاميرا الخاصة بالمركبة والمثبتة على الصارى موجهة نحو الطوافة أيضًا. وتبدو أكياس الهواء الفارغة بارزة من هذه الزاوية المنخفضة، كما تبدو كل من الصخرة «أندر» فى الأسفل والصخرة «هاسوك» خلفها، أما صخرة «يوجى» فتقع على الجانب الآخر من المركبة.

حصار الكوكب الأحمر

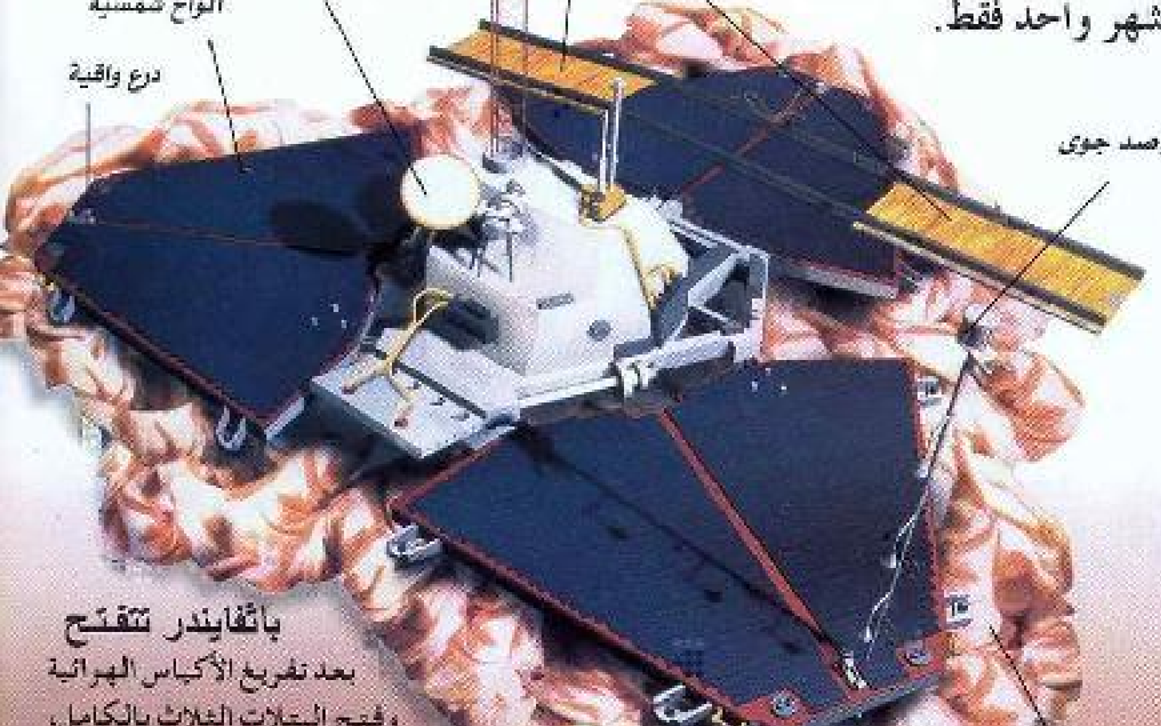
تكونت هذه الصورة البانورامية التى تمتد بزاوية 360 درجة لمنطقة وديان (آريس) من عدة صور التقطتها كاميرا باثفايندر فى الأيام المريخية الثامن والتاسع والعاشر. وتقع الأكياس الهوائية الفارغة تحت بتلات مركبة الهبوط وهى مغطاة بالأتربة ذات اللون الصدئ، ويتضح الأثر الذى خلفته عجلات سوجورنير فى التربة والذى يرسم مسارًا يبدأ من سلم الهبوط. وتوجه الطوافة السبكترومتر (المقياس الطيفى) الخاص بها والذى يعمل بأشعة إكس نحو صخرة بازلتية أطلق عليها العلماء اسم «يوجى».

باثفايندر على المريخ

أطلقت ناسا (باثفايندر) من مركز كنيدى الفضائى بولاية فلوريدا وذلك فى ديسمبر من عام 1996، ونزلت مركبة الهبوط على سطح المريخ فى الرابع من يوليو عام 1997. ولما كانت المركبة محمية بأكياس هوائية، فقد قفزت عدة مرات قبل استقرارها بسلام فى منطقة وديان «آريس». أفرغت الأكياس الهوائية وفتحت «البتلات» الثلاث للمركبة وبدأت الأجهزة تفحص البيئة المحيطة. كان وادى آريس ـ الواقع إلى الشمال قليلاً من خط الاستواء ـ قناةً مائيةً عتيقةً كانت المياه قد تدفقت فيها ذات يوم. انتقلت (سوجورنير) ـ الطوافة الآلية الصغيرة ـ من صخرة إلى صخرة محللةً التركيب الكيميائى والفيزيائى لكل منها. وفى غضون ثلاثة أشهر، قبل نفاد الطاقة الدافعة من باثفايندر، كانت المركبة وطوافتها الآلية قد أرسلتا 2,6 جيجا بايت من المعلومات عن التربة والصخور والغلاف الجوى، كما أرسلتا 16000 صورة. حققت هذه المهمة نجاحًا كبيرًا خاصةً أنه كان من المتوقع أن تعمل باثفايندر لمدة شهر واحد فقط.

الغروب على المريخ

تظلم سماء المريخ فى هذه الصورة فى نهاية اليوم الرابع والعشرين للمركبة باثفايندر على سطح المريخ أو السول الرابع والعشرين؛ والسول هو الاسم الذى أطلقه العلماء على اليوم المريخى. تغرب الشمس وراء مرتفعات «توين» التى تقع على بعد أقل من ميل من مكان هبوط المركبة فى وديان آريس وتحديدًا على «كريس بلانيتيا».



باثفايندر تتفتح

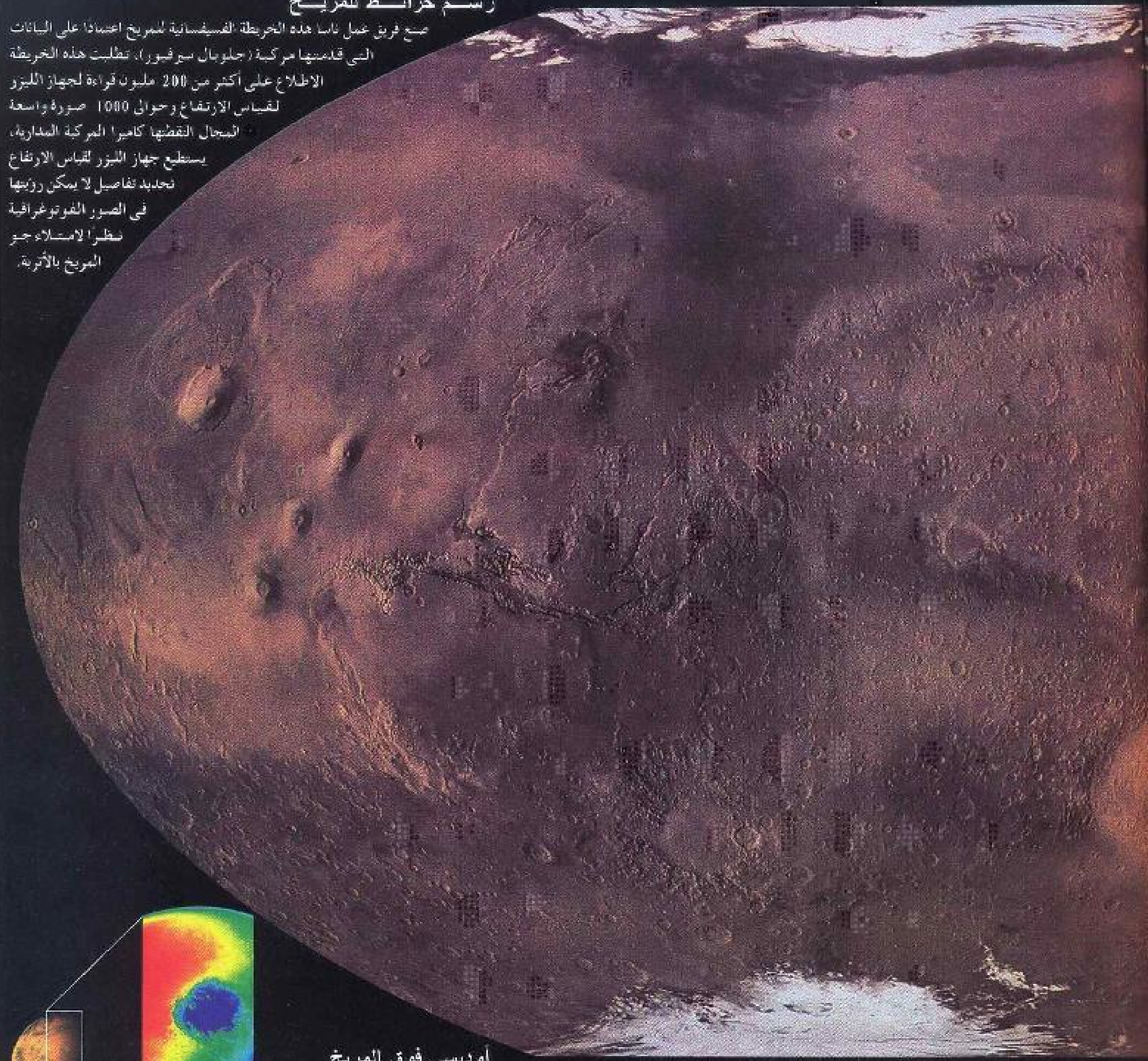
بعد تفريغ الأكياس الهوائية وفتح البتلات الثلاث بالكامل، أصبحت باثفايندر جاهزةً لإجراء الأبحاث، وما إن امتد سلم الإنزال حتى نزلت الطوافة وبدأت فى دراسة التربة والصخور، وتقع الكاميرا الخاصة بباثفايندر IMP أعلى صارى المركبة.

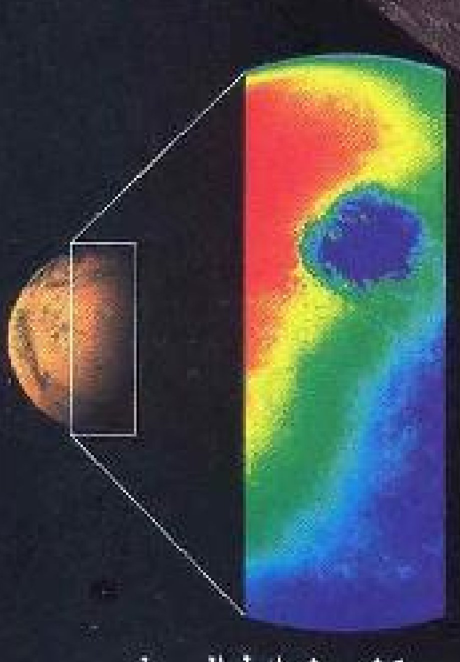
التجهيز لهبوط سلس

اختبر العلماء الأكياس الهوائية لباثفايندر قبل المهمة، وكان من المفترض أن تملأ بالهواء على بعد مئات الأقدام من السطح لحماية المركبة فى أثناء الهبوط. كان قطر كل كيس هوائى خمسة أمتار (17 قدمًا). ويحتوى كل كيس هوائى على أربعة أكياس منفصلة بداخل كل منها ست كرات صغيرة.

رسم خرائط للمريخ

صنع فريق عمل ناسا هذه الخريطة الفسيفسائية للمريخ اعتمادا على البيانات التي قدمتها مركبة (جلوبال سيرفيور). تطلبت هذه الخريطة الاطلاع على أكثر من 200 مليون قراءة لجهاز الليزر لقياس الارتفاع وحوالى 1000 صورة واسعة المجال التقطتها كاميرا المركبة المدارية. يستطيع جهاز الليزر لقياس الارتفاع تحديد تفاصيل لا يمكن رؤيتها في الصور الفوتوغرافية نظرا لامتلاء جو المريخ بالأتربة.





أوديسى تضع خرائط المريخ

التقطت هذه الصورة الحرارية بالأشعة تحت الحمراء من على متن أوديسى التى كانت تحلق على ارتفاع 22000 كم (13600 ميل) من المريخ، ويمكن رؤية حوض (أرجير) الذى يبلغ عرضه 1800كم (1120 ميلا). تغطى الصورة مساحة عرضها 6270كم (3900 ميل).

أوديسى فوق المريخ

كان وزن المركبة وهى محملة بالوقود والمعدات العلمية هو 758كجم (1671 رطلا) وقد قامت هذه المركبة المدارية بدراسة سطح المريخ وطقسه كما قامت بالبحث عن المياه، عملت أوديسى أيضا كأداة وصل لتحويل البيانات بين الطوافات على سطح المريخ والأرض.

مارس أوديسى

وضعت مركبة أوديسى الخرائط وقامت بتحليل سطح المريخ، كما زودت ناسا هذه المركبة بمعدات متخصصة للبحث عن الماء المتجمد. فقد صمم المقياس الطيفى للمركبة والذى يعمل بأشعة جاما خصيصا لرصد الهيدروجين - ومن ثم الماء لاحتوائه على الهيدروجين. ولهذا السبب فقد طورت مركبة أوديسى خرائط المريخ، كما استطاعت رصد مياه جوفية متجمدة فى كل من القطب الشمالى والجنوبى.

رسم خرائط لسطح المريخ

فى الستينيات والسبعينيات من القرن الماضى، أدت مهمات مارينر وفايكنج إلى الحصول على أول خرائط لتضاريس المريخ، وفى عام 1997، تطورت تكنولوجيا مركبات الفضاء إثر نجاح مهمة باثفايندر، وفى نفس العام، أمدتنا مركبة جلوبال سيرفيور Global Surveyor (الماسح الشامل للمريخ) بمعلومات مفصلة عن التضاريس والجاذبية والمجالات المغناطيسية. كانت جلوبال سيرفيور أكثر مشاريع ناسا نجاحًا فى رسم الخرائط، ولكن رسم خرائط لسطح الكواكب يتطلب أكثر من مجرد رسم الجبال والأخاديد، فبعض الأجهزة العلمية المستخدمة فى رسم الخرائط تتعرف على المعادن والسوائل المجمدة الموجودة تحت السطح، ولذا فقد وصلت المركبة المدارية مارس أوديسى (Mars Odyssey) التابعة لوكالة ناسا عام 2001، وكانت مهمتها هى رسم خرائط للسطح ودراسة المعادن والبحث عن الماء، وقد رجحت قراءات أجهزتها وجود ماء بالفعل. ثم جاء دور المركبة المدارية: مارس إكسبريس (Mars Express) التابعة لوكالة الفضاء الأوروبية فى عام 2003، وفى أثناء مسحها للغطاء الجليدى بالقطب الجنوبى، أكدت مارس إكسبريس نتائج المركبة أوديسى وجود الماء المتجمد وثانى أكسيد الكربون المتجمد تحت السطح.

(جلوبال سيرفيور) (الماسح الشامل للمريخ)

دارت مركبة (جلوبال سيرفيور) - والتى تعنى الماسح الشامل للمريخ - دورة كاملة حول القطبين كل ساعتين من على ارتفاع 380كم (240ميلا)، وكان على متنها ثلاثة أجهزة رئيسية. كاميرا المركبة المدارية التى التقطت صورًا عالية التفريق لمظاهر السطح الصغيرة والتى قد يصل حجمها إلى 1 متر (3 أقدام). والمقياس الطيفى للانبعاث الحرارى الذى قام بدراسة تركيب الصخور والتربة والجليد والغبار الجوى والسحب، ولكن أهم الأجهزة كان جهاز الليزر لقياس الارتفاع الذى قام بتسجيل ارتفاعات مظاهر السطح، وقد استخدمت هذه النتائج فى رسم أدق الخرائط لتضاريس المريخ على الإطلاق.

مكونات (جلوبال سيرفيور) (الماسح الشامل)

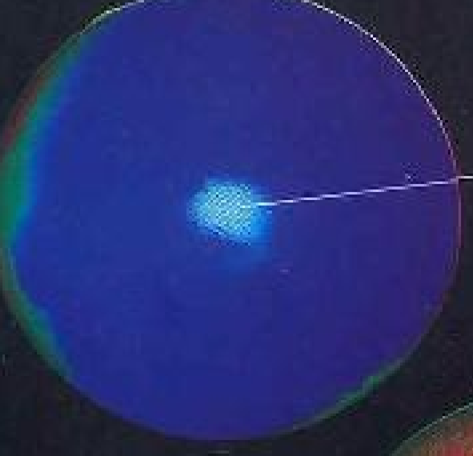
تبدو (جلوبال سيرفيور) وكأنها صندوق طائر ذو أجنحة دافعة ممتدة على جانبيه. تزن هذه المركبة حوالى 1000 كجم (2342 رطلا) وهى محملة بالكامل بالوقود الدافع، ويقع معظم الوزن فى الوحدة المخصصة لحمولة الأدوات العلمية والأجهزة الإلكترونية، وتحتوى وحدة الدفع على محركات صاروخية وخزانات وقود للدفع.

إعداد (جلوبال سيرفيور)

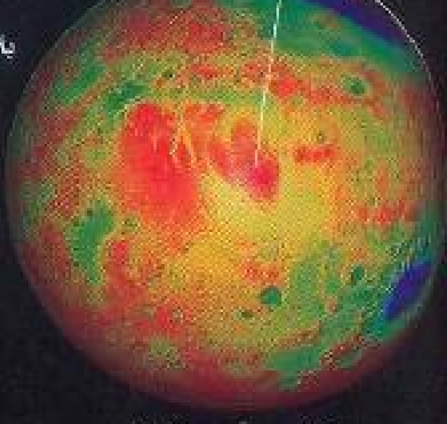
عمال فى معمل الدفع النفاث التابع لوكالة ناسا يقومون بتجهيز (جلوبال سيرفيور) ليتم نقلها لمنصة الإطلاق فى محطة الفضاء بمدينة كيب كانافرال، ونرى (جلوبال سيرفيور) وقد تم توصيله بمركبة تعزيز الإطلاق، فى الأسفل. بعد الإطلاق، ستشتعل صواريخ الدفع لتضع المركبة على طريقها إلى الكوكب الأحمر، وسوف يضع هؤلاء العمال (جلوبال سيرفيور) فى حاوية واقية لنقلها إلى منصة الإطلاق.

رؤية جلوبال سيرفيور للمريخ

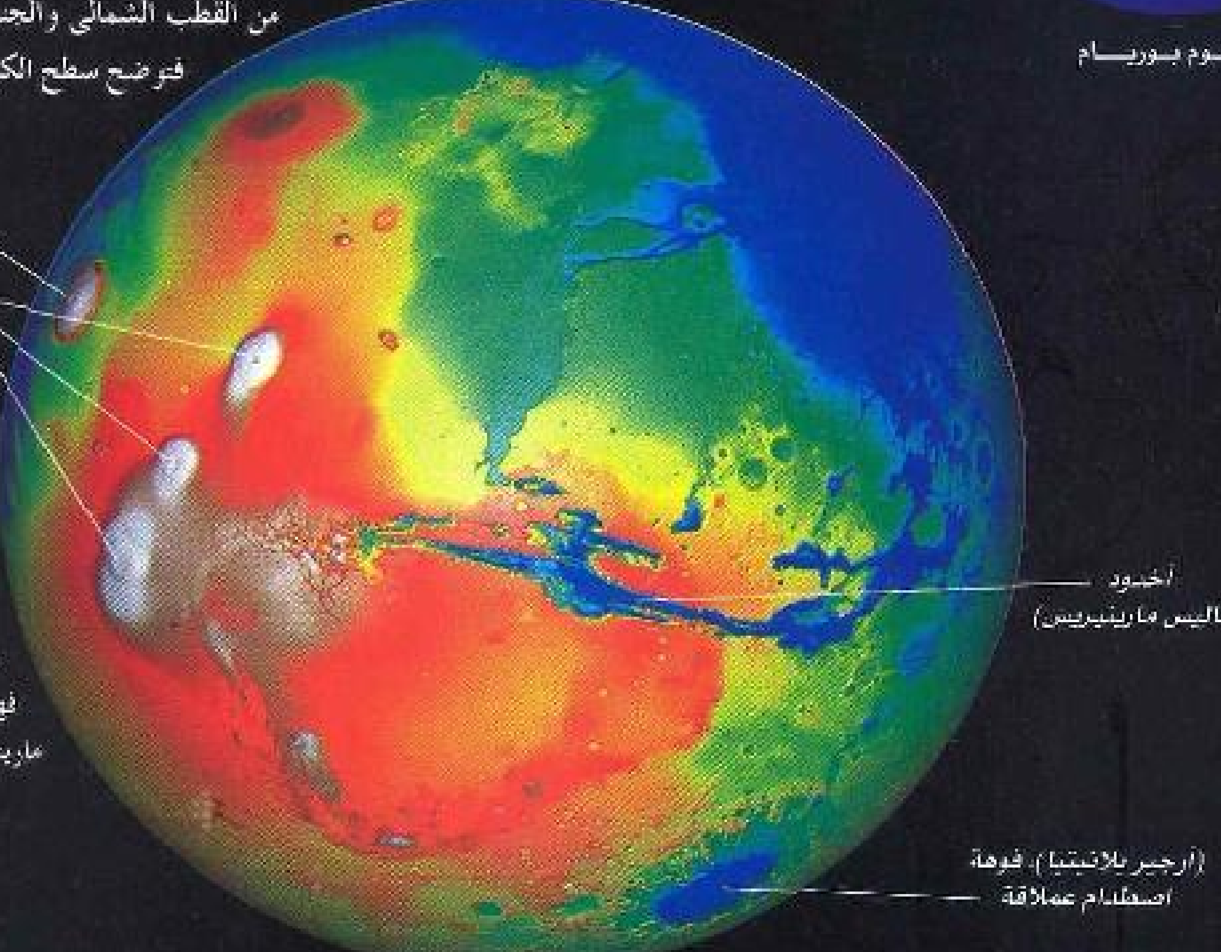
على هذه الخرائط الطوبوغرافية، يشير اللون الأبيض إلى أكثر المناطق ارتفاعًا، ثم اللون الأحمر للمناطق الأقل ارتفاعًا ثم الأصفر ثم الأخضر ثم اللون الأزرق لأكثر المناطق انخفاضًا. ويبدو أن السهول المنخفضة في الشمال ـ الموضحة باللون الأزرق ـ هي مناطق حديثة التكون تشكلت غالبًا بسبب تدفق الحمم البركانية، وتوجد فوهات اصطدام أقل في هذه المناطق بينما توجد هذه الفوهات أكثر في المناطق الأقدم الموضحة باللون الأصفر، وتعلو المناطق البركانية الواقعة في الغرب والموضحة باللونين الأبيض والأحمر على المناطق المنخفضة الموضحة بالألوان الأصفر والأخضر والأزرق. وتوضح إحدى الخرائط نصف الكرة المريخية مبيّنًا عليها مرتفعات ثارسيس وأخدود فاليس مارينيريس. كما توضح خريطتان أخريان كلا من القطب الشمالي والجنوبي، أما الخريطة المستطيلة، فتوضح سطح الكوكب كاملاً.



بلانوم بوريام



بلانوم أوستـرال

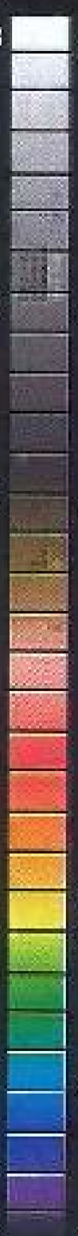


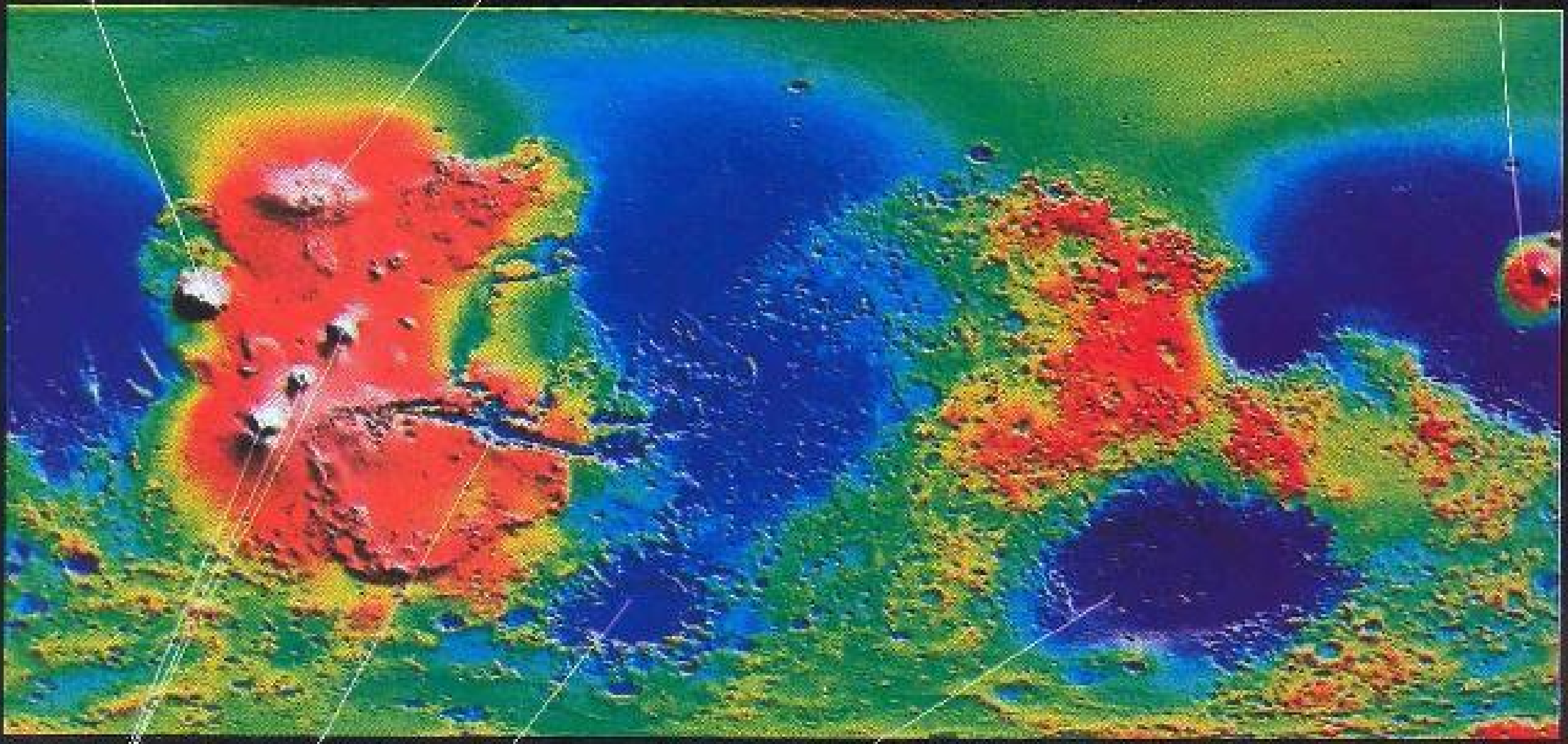
خريطة طوبوغرافية كروية

يعتقد أن فوهة (أرجير بلانيتيا) العميقة ناتجة عن اصطدام نيزكي. أما (أوليمبس مونز) و(تارسيس مونتيس) فهما منطقتا براكين. أما (فاليس مارينيريس) فهو أخدود.

السهل الجنوبي

تغطي الأراضي المنخفضة منطقة (بلانوم بوريام) الشمالية ـ الموضحة باللون الأزرق ـ فيما عدا نتوءًا صغيرًا على منطقة الجليد القطبي. أما منطقة «بلانوم أوسترال» الجنوبية ـ الموضحة باللونين الأصفر والأخضر ـ فهي منطقة وعرة. وتقع أكثر نقاطها ارتفاعًا في القطب أيضًا وهي موضحة هنا باللون الأحمر.



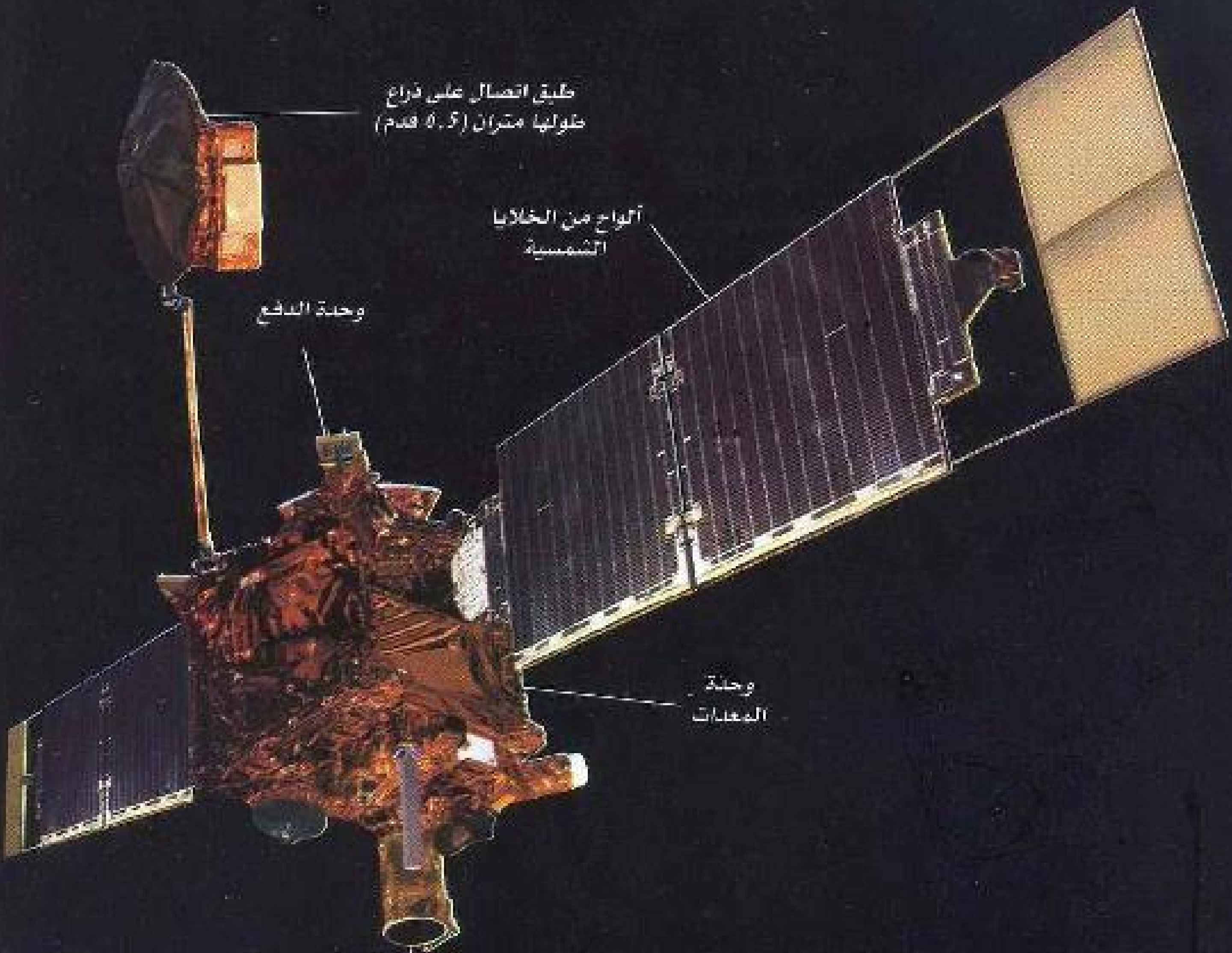


خريطة طوبوغرافية مسطحة

برؤية خريطة المريخ في شكلها المسطح، نستطيع أن نرى أن أغلب فوهات الاصطدام موجودة في المناطق الأكثر ارتفاعًا الواقعة في الجنوب. مثل منخفضات «هيلاس بلانيتيا» التي كانت في الغالب بحيرة عميقة، وتفصل سهول شاسعة ـ موضحة بالأزرق ـ منطقة (إليسيوم مونز) البركانية عن منطقة (تارسيس مونتيس) البركانية وبركان (ألبا باتيرا) القديم.

تضاريـــس المريـــخ

خلال الاثنتي عشرة دورة التي كان جلوبال سيرفيور يقوم بها كل يوم حول المريخ، تمكن من قياس ارتفاع وانخفاض - أو بالأحرى تضاريس - جميع المناطق على سطح المريخ. فقد أطلقت المركبة مئات الملايين من نبضات الليزر وذلك لمعرفة الوقت الذي تستغرقه كل نبضة في الذهاب والعودة، كلما استغرقت النبضة وقتًا أقل، دل هذا على ارتفاع تلك المنطقة، وكلما استغرقت وقتًا أطول دل هذا على انخفاض تلك المنطقة، جمعت هذه النتائج لتشكل خرائط هائلةً توضح تضاريس المريخ. ولقد رصدت هذه القياسات بدقة متناهية أعلى الجبال في المجموعة الشمسية، فتبين أن جبل أوليمبس مونز والذي يصل ارتفاعه إلى 25 كم (16 ميلاً) يعد أعلى قمة على الإطلاق، كذلك وادي «ماريتيريس» والذي يمتد إلى 4000 كم (2500 ميل) هو أكبر وأعمق أخدود في المجموعة الشمسية على الإطلاق.



قمــر صناعــي

تحوم مركبة (جلوبال سيرفيور) (الماسح الشامل) في مدار حول المريخ كي تصور وتضع خرائط للكوكب، مساحة هذه المركبة هي 1 متر مربع (3 أقدام مربعة)، وتتكون من جزأين أساسيين هما: وحدة المعدات التي تحتوي على الكاميرات، ووحدة الدفع التي تحتوي على محركات الدفع، ويقوم طبق الاتصال بإرسال المعلومات واستقبال الأوامر من العلماء على سطح الأرض، بالإضافة إلى الخلايا الشمسية المثبتة على لوحين كجناحي طائر، وتقوم بتحويل أشعة الشمس إلى طاقة كهربية لتشغيل المركبة.

قمة أوليمبس مونز

تقع قمة جبل أوليمبس مونز على بعد حوالي 400كم (250 ميلاً) أسفل مركبة (جلوبال سيرفيور)، ويصل ارتفاعها إلى ما يزيد على ثلاثة أضعاف ارتفاع قمة جبل إيفرست. أما قطر أوليمبس مونز فيبلغ 624كم (374ميلاً)، كما أن حجمه يزيد بمقدار عشرة أضعاف عن حجم جبل (ماونا كي) في هاواي، والذي يعد أكبر بركان درعي في العالم.

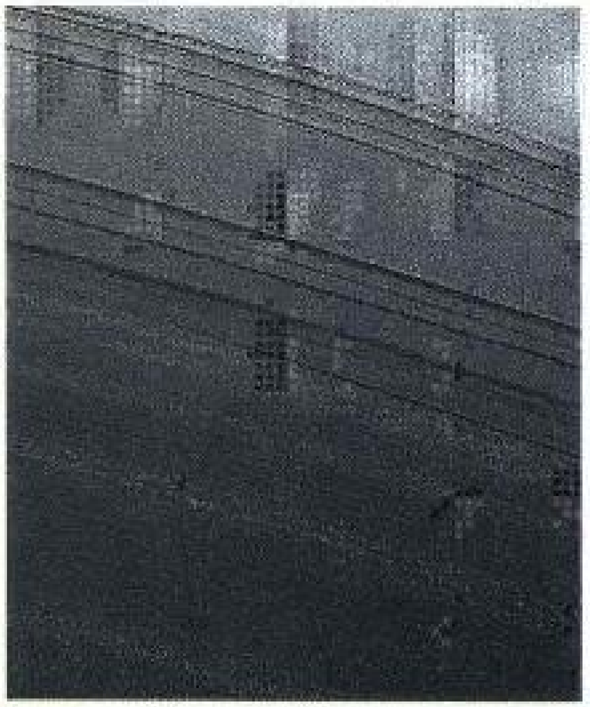
مــــارس 1997 ينــــاير 1997 أكتـــوبر 1996

تقلص الغطـاء الجليـدى

يتجمد ثانى أكسيد الكربون فى جو المريخ فى فصل الشتاء وينضم إلى رقعة الغطاء الجليدى بالقطب الشمالى فيزيد حجمها. التقطت الصورة الأولى فى أكتوبر عام 1996 على الأرض والمرافق أول فصل الربيع على المريخ عندما يكون الغطاء الجليدى أكبر ما يمكن، تذيب درجات الحرارة المرتفعة هذه المنطقة، والتى تظهر بحجم أصغر كما فى الصورة الثانية فى أواخر الربيع، وتبدو أصغر ما تكون فى فصل الصيف فتظهر حلقات الكثبان الرملية الداكنة المحيطة بغطاء الجليد فى القطب الشمالى.

منحدرات من الجليد الصلب

يبدو هذا التصور ثلاثى الأبعاد لغطاء الجليد القطبى الشمالىّ كأنه جزيرة من المنحدرات الجليدية، وقد صمم هذا التصور بناءً على الصور التى التقطتها مركبة فايكنج المدارية؛ والمعلومات الطوبوغرافية التى سجلتها مركبة (جلوبال سيرفيور) باستخدام جهاز الليزر الذى يقيس الارتفاعات.



طبقات من الجليد وأنماط من الثلج

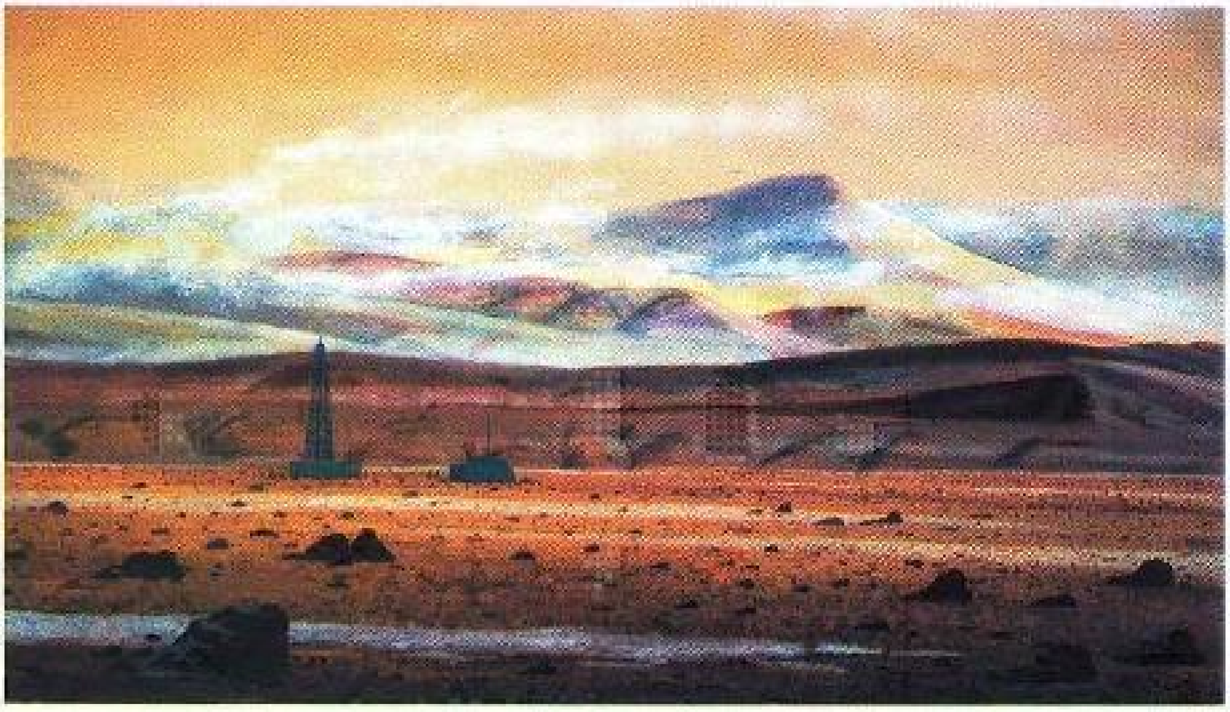
يشبه سطح القطب الشمالى قطعةً من الإسفنج، بينما يوجد الكثير من الحفر والمنحدرات فى القطب الجنوبى، ويعنى هذا أن مناخ كل من القطبين يختلف عن الآخر، فالقطب الشمالى أكثر دفئًا لأنه يميل نحو الشمس عندما يكون المريخ فى أقرب نقطة له من الشمس فى مداره البيضاوى، وفى الصيف، تذوب منطقة الجليد الجنوبية الأكثر برودة بمعدل أقل من منطقة الجليد الشمالية.

أشكال من الثلج على سطح المريخ

يتخذ الثلج على المريخ أشكالاً غريبة، وغالبًا ما يعطى العلماء أسماءً لهذه الأشكال، هذه الصورة على اليسار من القطب الشمالى وتسمى (إسفنجة المطبخ) نظرًا للثقوب المتراصة عليها، وهى حفر متقاربة يبلغ عمق كل منها 1,7 متر (5,5 قدم)، أما الأشكال الملتوية (فى الوسط) ويطلق عليها اسم (بصمات الأصابع) فهى عبارة عن قنوات متعرجة فى منطقة جليد القطب الجنوبى، أما الشكل الأخير فهو أيضًا من القطب الجنوبى، ويطلق عليه اسم (الجبن السويسرى).

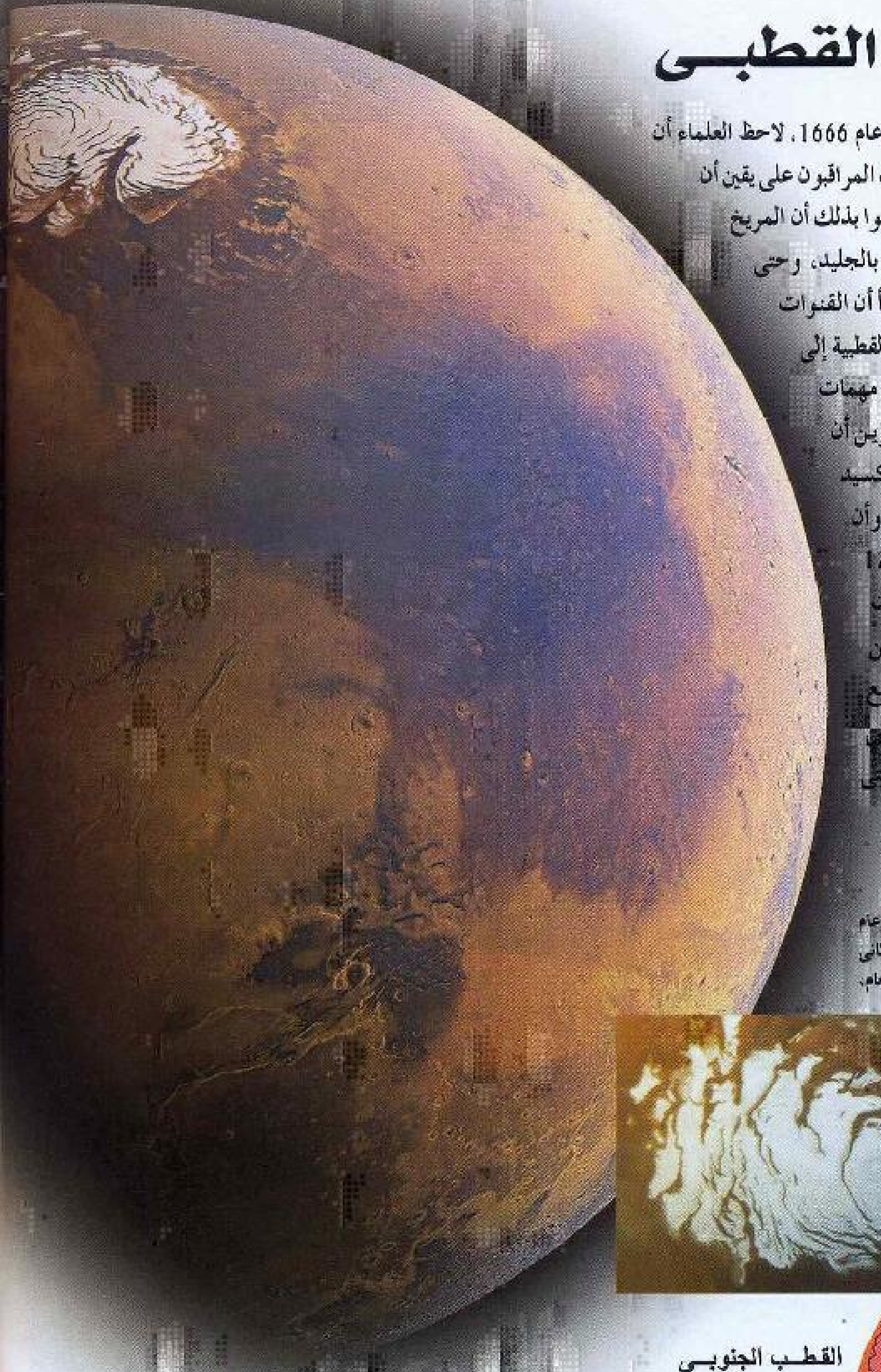
طبقات من الجليد المتكدس

ثمة طبقة من تربة المريخ محاطة بالثلج، وتمتد حتى عمق قد يصل إلى 3 كم (2ميل)، ويتراوح سمك بعض الطبقات فى هذه الرقعة البارزة من غطاء الجليد فى القطب الشمالى بين 9 إلى 30متراً (30 إلى 100قدم)، وتحتاج طبقة سمكها 10 أمتار إلى 100000 (مائة ألف) عام من التراكم لتصل إلى هذا السمك.



استكشافات مستقبلية

توضح هذه الصورة ـ التي رسمها عالم فضاء ـ رواد فضاء من المستقبل يستخدمون معدات للحفر في الجليد القطبي، يأخذ هؤلاء الباحثون عينات أسطوانية لدراسة الطبقات المختلفة، وهى نفس الطريقة التى تحلل بها العينات المأخوذة من الأشجار والثلوج وقاع البحار على الأرض. تساعد العينات الأسطوانية المأخوذة بهذا الشكل العلماء على معرفة التغيرات المناخية التى طرأت على الكوكب على مدار فترات زمنية طويلة.

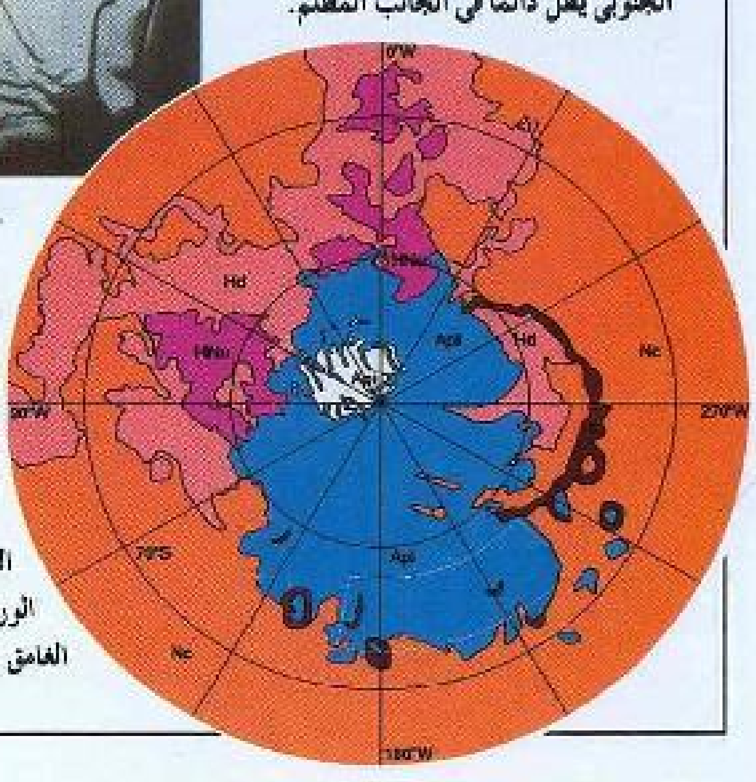


غطاء الجليد القطبى

بعد اكتشاف غطاءى الجليد القطبى فى المريخ عام 1666، لاحظ العلماء أن حجمهما يزيد فى الشتاء وينقص فى الصيف، كان المراقبون على يقين أن ذلك لم يكن إلا نتيجة لعملية تجمد وذوبان، وظنوا بذلك أن المريخ يشبه الأرض حيث إن بها أيضًا قطبين مغطيين بالجليد، وحتى علماء القرن التاسع عشر كانوا يعتقدون خطأ أن القنوات الموجودة على سطح المريخ تقوم بنقل المياه القطبية إلى المدن الواقعة فى المناطق الجافة. وقد كشفت مهمات المركبات الفضائية فى أواخر القرن العشرين أن المناطق القطبية على المريخ مغطاة بجليد ثانى أكسيد الكربون (ثانى أكسيد الكربون المتجمد)، وأن درجات الحرارة على القطبين قد تصل إلى -126 درجةً مئويةً (-195 درجة فهرنهايت) وقد أخذت طبقات الجليد والتراب فى التراكم لملايين السنين وتكدست على هذا الجليد القطبى، وربما يستطيع العلماء فى يوم ما الحفر فى هذا الجليد القطبى لدراسة الطبقات المختلفة ومعرفة التغيرات التى طرأت على مناخ المريخ.

الغطاء الجليدى بالقطب الجنوبى

التقط فايكنج 2 هذه الصورة للغطاء الجليدى بالقطب الجنوبى عام 1977. وبما أنها منطقة متجمدة دائمًا، فإن هذا الغطاء من ثانى أكسيد الكربون المتجمد يظل بنفس الحجم تقريبًا طوال العام. وتشير البيانات التى أرسلها (جلوبال سيرفيور) إلى احتمال وجود طبقة من الماء المتجمد أسفل هذا الغطاء، ولا تتعرض هذه المنطقة السفلية المكونة من الماء المتجمد لضوء الشمس مطلقًا، وذلك نظرًا لميل محور المريخ فى أقرب نقطة له من الشمس مما يعنى أن القطب الجنوبى يظل دائمًا فى الجانب المظلم.

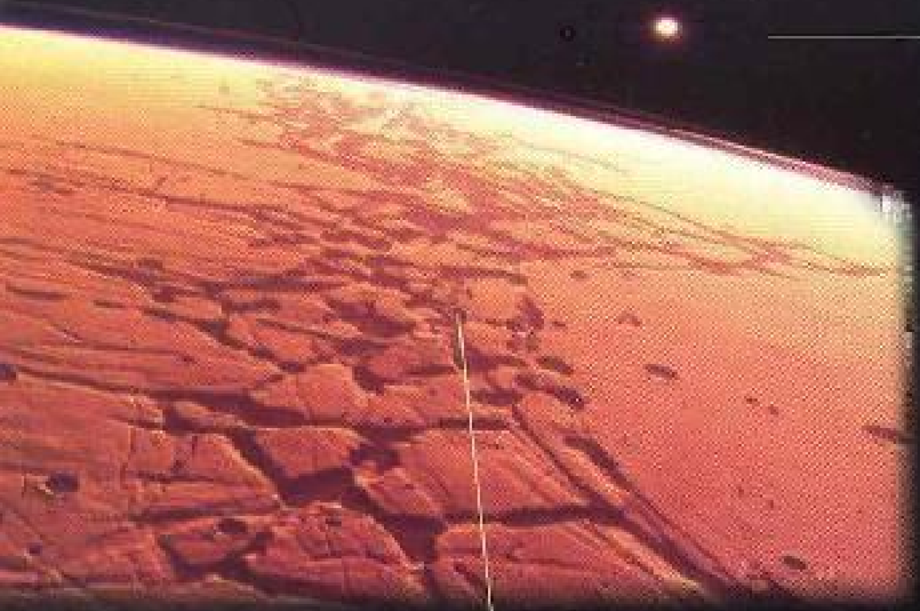


القطب الجنوبى

تمثل المساحة البيضاء على هذه الخريطة الجيولوجية للقطب الجنوبى تراكمات ثانى أكسيد الكربون المتجمد على هذه المنطقة التى يطلق عليها اسم «بلانوم أوسترال» الواقعة فى القطب الجنوبى، وتمثل المساحات الزرقاء تراكمات جليدية طبقية تتألف من الطين والأتربة والصقيع والجليد، أما المناطق ذات اللونين الوردى والأرجوانى فتمثل سهولاً منبسطة، أما القوس البنى الغامق فيمثل حافة حوض فوهة لاصطدام (بروميثيوس).

القطب الشمالى للمريخ

يوضح هذا الرسم منطقة (بلانوم بوريام) بالقطب الشمالى، والغطاء الجليدى باللون الأبيض. وفى واقع الأمر يوجد غطاءان جليديان، أحدهما دائم والآخر موسمى. أما الغطاء الدائم، والذى يتكون فى الأساس من الماء المتجمد، فيقع تحت طبقة من ثانى أكسيد الكربون المتجمد. ويزداد حجم هذه الطبقة العلوية كثيرًا فى الشتاء، ثم تتقلص ثانية عند ذوبان بعضها فى الصيف.

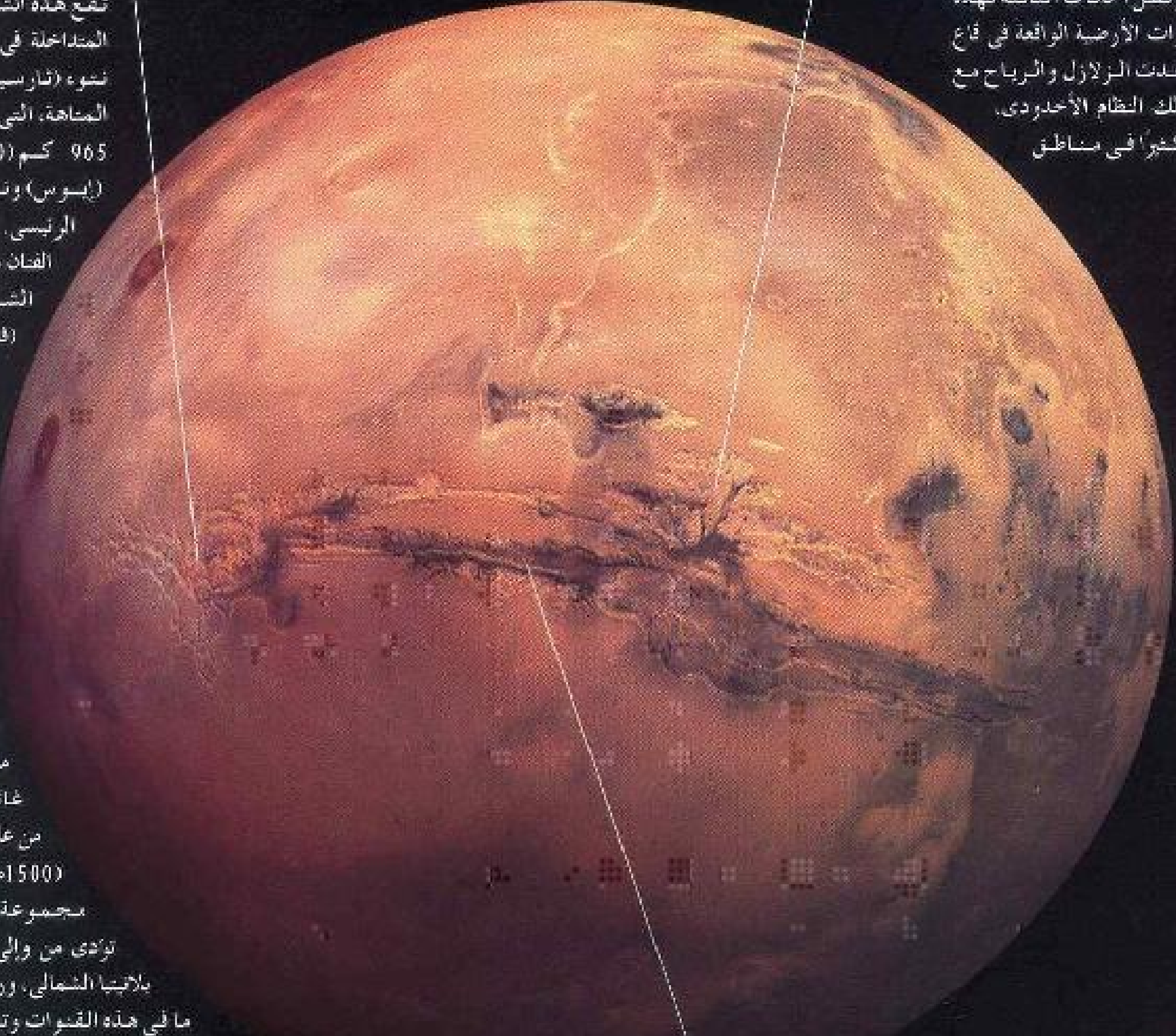


التصدعات الشمالية

تقع تصدعات (أوفير كازما) فوق الجزء الأوسط من (فاليس ماربنيريس). وتطل الحافات الناتئة لهذه التصدعات على الانهيارات الأرضية الواقعة في قاع الأخدود، وربما ساعدت الزلازل والرياح مع الفيضانات في نحت ذلك النظام الأخدودي، والذي يزيد عمقه كثيراً في مناطق (تارسيس) البركانية.

نوكتيس لابيرينث (متاهة نوكتيس)

تقع هذه الشبكة من الأخاديد المتداخلة في الجزء العلوي من نتوء (تارسيس)، وتتصل هذه المتاهة، التي يزيد عرضها على 965 كم (600 ميل) بصدع (إيوس) ونظام الأخاديد الرئيسي. وتعكس لوحة هذا الفنان منظوراً يتجه صوب الشرق يغطي منطقة (فاليس ماربنيريس).



رؤية الأخاديد من الفضاء

يبدو (فاليس ماربنيريس) كندب غائر في وجه المريخ من على ارتفاع 2400كم (1500 ميل)، وثمة مجموعة من القنوات التي تؤدي من وإلى منخفض أسيداليا بلانيتيا الشمالي، وربما جرى الماء يوماً ما في هذه القنوات وتلك الأخاديد. تقع براكين (تارسيس) إلى اليسار غربي متاهة نوكتيس.

تصدعات إيوس وميلاس

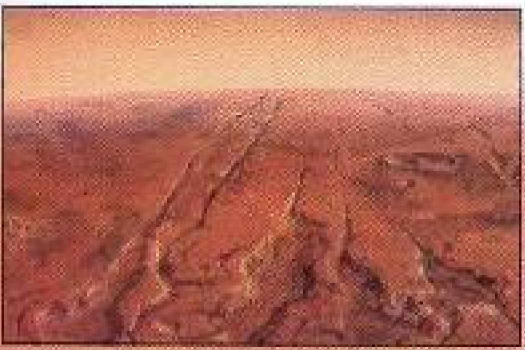
يتجه المنظور في هذه اللوحة ناحية الشرق، بدءاً من الطرف الجنوبي لصدع إيوس (في أمامية اللوحة) وصوب صدع ميلاس. ومن أقصى اليسار إلى اليمين تقع تصدعات أوفير، وكاندور، وميلاس على الترتيب. وقد خضعت منطقة صدع ميلاس للدراسة باعتبارها موقع إنزال بديلاً يمكن استخدامه عند إرسال أي من طوافات استكشاف المريخ.

الأخاديد على سطح المريخ

تقع أطول شبكة من الأخاديد فى المجموعة الشمسية قاطبة على سطح المريخ وتمتد لمسافة 4023كم (2500ميل) من الشرق للغرب، هذه المجموعة الكبيرة من الشقوق والصدوع تسمى (فاليس مارينيريس) أو وديان مارينيريس، وأقصى عرض لها هو 644كم (400ميل)، وأعمق نقطة فيها تبلغ 7كم (4 أميال). وتكونت تلك الأخاديد بسبب الضغط البركانى على منطقة هضاب (ثارسيس) حيث فاضت الحمم الملتهبة وبردت ثم تشققت. كما أدت زلازل المريخ إلى تصدع قشرة الكوكب مما زاد من عمق الشقوق والوديان. وربما جرى الماء فى أخاديد المريخ يومًا ما، لكنها اليوم مهوى الرياح والأتربة. وتقع (نوكتيس لابيرنث)، أو متاهة نوكتيس فى الطرف الغربى من فاليس مارينيريس)، وهى عبارة عن مجموعة معقدة من الشقوق الأصغر حجمًا المنتشرة فى جميع الجهات، ولذا تبدو كالمتاهة.

(أ) العصر البركانى

(ب) ظهور طبقة الجمد الدائم (الجمد السرمدى)



(ج) التبخر ثم الانهيار

(د) أخاديد وتصدعات

رعد وزئير

تصدر أصوات مدوية من كوكب المريخ إثر حدوث الانهيار الصخرى القوى حيث تفتت جدران الأخدود لتسقط فى شكل انهيارات أرضية، ويوضح هذا الرسم سحابة ترابية تتصاعد إثر الانهيار المفاجئ لجدار أحد أخاديد (فاليس مارينيريس)، فيما يتناثر الحطام الناتج عن الانهيار على أرض الأخدود.

نيران وجليد وانهيارات أرضية

تبين هذه الصور كيف قام النشاط البركانى بتشكيل سطح منطقة (ثارسيس) (الشكل أ) منذ ملايين السنين مكونا نتوءًا بارزًا، كما تسبب الضغط فى ظهور التصدعات - الأخاديد - التى شقت السطح، وكشفت هذه الزلازل المريخية عن طبقات من الجليد الموجود تحت السطح (شكل ب)، ذلك الجليد الذى يثبت الصخور بالتربة. مع الوقت ذاب الجليد وتبخر (الشكل ج) مما جعل جدران الأخدود غير مستقرة، فأسقطت الانهيارات الأرضية الهائلة (الشكل د) الجدران لتخلق تصدعات أكثر اتساعًا. هذه الدورة من التصدع والتبخر والانهيارات - وربما فيضانات المياه - هى التى شكلت شبكة أخاديد فاليس (مارينيريس) وغيرها من الأخاديد الأخرى فى المريخ.

تنــوع الفوهــات

تصنف الفوهات حسب عمرها، أو طريقة تكونها، أو كيفية تأثرها بالعوامل المناخية، فهناك «الفوهة الحصن» التي تطوقها حافات دائرية مرتفعة وبارزة تكونت بفعل قوة التصادم الانفجارية، كما ينتشر في منطقة حجاب المقذوفات المحيطة بحافة الفوهة بعض النتوءات أو التحدبات أقل ارتفاعًا وغير منتظمة الشكل. أما «الفوهة المنكشفة» فهي الفوهة التي دفن بعضها أو كلها تحت الأتربة أو الحمم البركانية، إلا أنها انكشفت ثانية بفعل الرياح أو الماء.

الفوهــات الثانويــة

يوجد حشد من الفوهات الواقعة في منطقة أرابيا تيرا على مساحة عرضها ثلاثة كيلومترات (ميلان)، وربما تكونت هذه الفوهات نتيجة اصطدامات ثانوية إثر سقوط مقذوفات ركامية أو من كويكب قد تفتت قبل ارتطامه بسطح المريخ.

الفوهــة المنكشفــة

بعد أن دفنت هذه الفوهة تحت الأتربة والصخور والتربة، انكشفت مرة أخرى بفعل عوامل التعرية، وتغطيها عباءة سميكة من التراب تعلوها خطوط داكنة تشير إلى المواضع التي غارت عندها الأتربة أسفل جدران الفوهة، وتقع هذه الفوهة أيضًا في منطقة أرابيا تيرا.

الوجــه المبتســم

التقطت مركبة جلوبال سيرفيور صورًا لهذه الفوهة، المعروفة لدى الفلكيين باسم «الوجه المبتسم» أما اسمها الحقيقي فهو فوهة جالي، وتقع في منطقة (أرجير بلانيتيا)، وهي إحدى أكبر فوهات المريخ، وتلك الرتوش الزرقاء تمثل آثار الصقيع في فصل الشتاء.

الفوهة الحصــن

عندما اصطدم نيزك بمنطقة أمازونيس بلانيتيا مخلفًا هذه الفوهة، تسببت الحرارة الناجمة عن الصدمة في ذوبان طبقة الماء المتجمد والصخور والتربة تحت السطح، فتناثرت كتل الطين والصخور حول حافة الفوهة ثم تجمدت لتشكل طبقة حجاب من المقذوفات ذات نتوءات أو تحدبات منخفضة.

فوهة يافعة

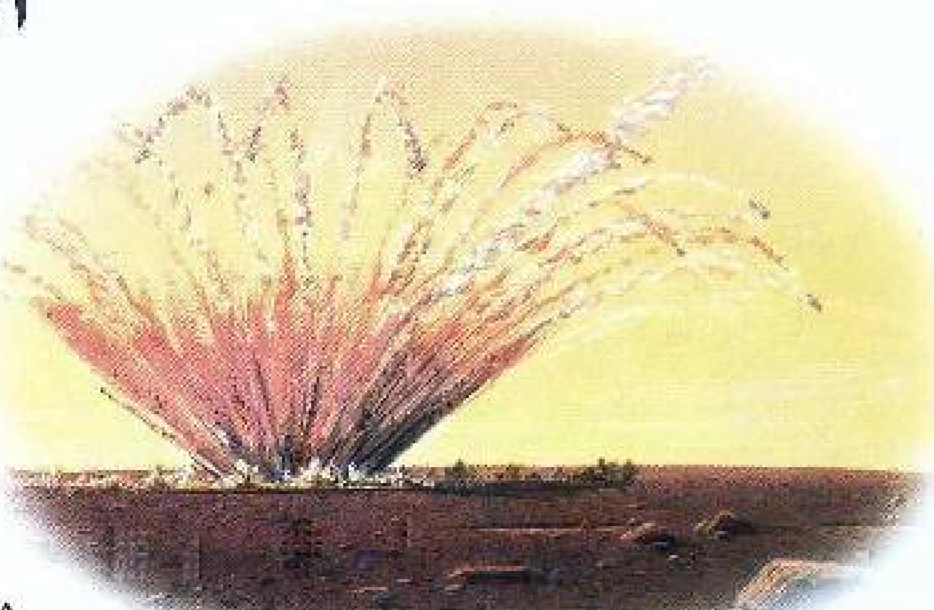
تصنف هذه الفوهة الواقعة في منطقة (أرابيا تيرا) على أنها «فوهة حديثة»، وتحيط بها خطوط من المقذوفات التي لم تطمس معالمها بعد بفعل الرياح أو تغطيها بالرمال، وهذه النقط الداكنة هي صخور من المقذوفات الركامية.

جبل منتصف الفوهة

أخذ منتصف فوهة (جال) في الارتفاع حتى أصبح جبلاً، وتقع هذه الفوهة في منطقة تيرا سيميريا إلى الجنوب من منطقة إليسيوم بلانيتيا وبالقرب من خط الاستواء، وقد أبدع أحد فناني رسم الفضاء هذه الصورة لفوهة (جال) في أضواء الشمس الخافت لحظة الغروب.

الفوهات على سطح المريخ

ارتطمت آلاف النيازك والكويكبات والشهب بسطح المريخ على مدار ملايين السنين، ويبدو الكوكب من الفضاء كوجه ملأته البثور والندوب. فعلى عكس كوكب الأرض، ليس للمريخ غلاف جوى سميك يحرق معظم الصخور الفضائية قبل وصولها للسطح، ولذا تشتعل هذه الأجسام فى أثناء هبوطها وتفجر سطح المريخ تاركةً فوهات اصطدام قد يصل عرضها إلى 70كم (44 ميلاً). ولفوهات الاصطدام حافات دائرية مكونة أساسًا من الركام الناتج عن الانفجار، لكن مع مرور الوقت، تتآكل الفوهات بفعل عوامل التعرية المناخية، فتقوم الرياح بنحتها وتملؤها الأتربة وربما تآكلت بفعل المياه، وربما تحولت بعض الفوهات، كفوهة هيلاس بلانيتيا التى تعد الأكبر على سطح الكوكب، إلى بحيرات مليئة بالمياه، وحتى لو اختفت الفوهة من على السطح بفعل عوامل التعرية، فإن أثرها يبقى كالندبة أسفل السطح.

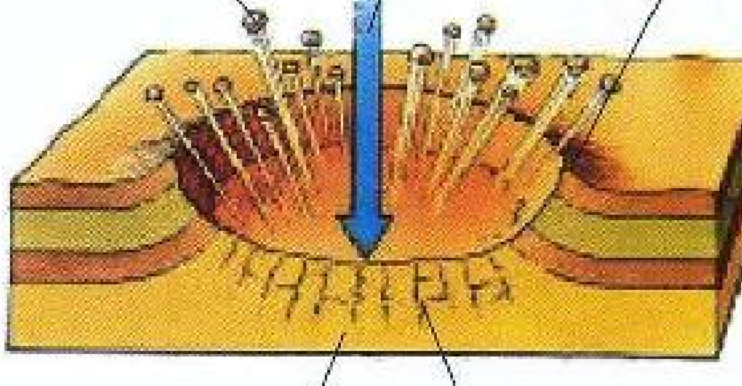


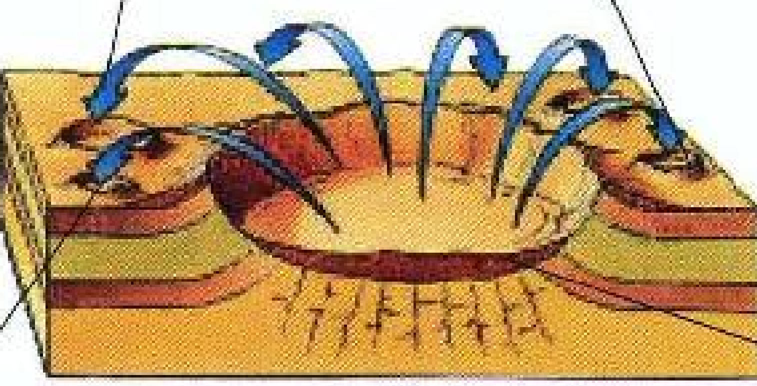
ميلاد فوهة

قام عالم فضاء برسم هذه اللوحة التوضيحية التى تبين قوة ارتطام أحد الكويكبات بسطح المريخ بسرعة 10كم/ثانية (6أميال/ثانية)، وحيث يقذف هذا الانفجار المدوى بالركام فى الجو مما يحجب الرؤية بسبب تناثر الغبار والصخور، وأحيانًا ترتطم هذه المقذوفات بالسطح تاركةً فوهات اصطدام ثانوية.

تكـــون الفوهـــة

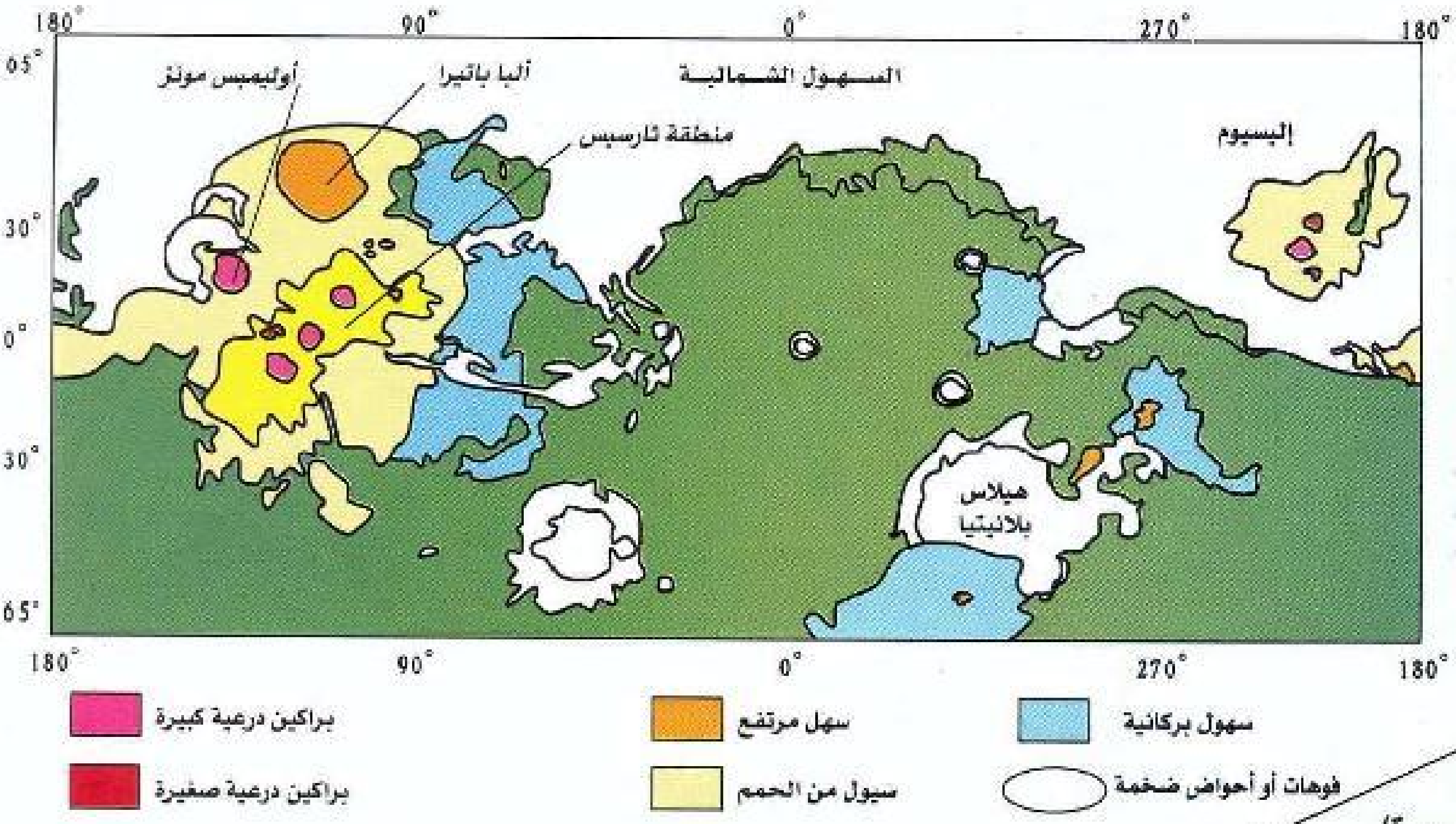
ليست القوة الميكانيكية للاصطدام وحدها هى التى تدفع بالركام فى كل اتجاه عند ارتطام كويكب أو نيزك، فهذه الصخور الفضائية ترتطم بسطح المريخ بسرعة تفوق سرعة الصوت مما يولد طاقة انفجار هائلةً أو كرةً من النار، تندفع الطاقة على شكل موجات تصادمية من الحرارة والضغط والقوة الميكانيكية، ويتسبب ذلك فى تناثر الركام مما يشكل طبقةً حاجبة حول الفوهة، ويطلق على هذه الطبقة اسم «حجاب المقذوفات».





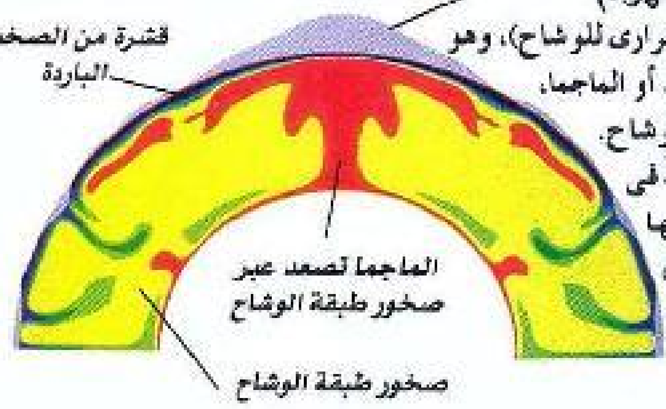
فوهـة بليت بفعـل الزمـن

تآكلت حافة هذه الفوهة بفعل الرياح والمناخ، وتحيط بها فوهات ثانوية صغيرة، كما تخرج منها خطوط تشبه الأشعة تشكلت بسبب الحطام الذى تناثر بفعل الانفجار لدى الارتطام الأول بالسطح. وقد ارتفع جزء من قاع الفوهة ثانية فى شكل رفعة مستديرة ومرتفعة عن الأرض.



أرض البراكين

تظهر منطقتا البراكين الأساسيتان (ثارسيس) و(إليسيوم) باللون الأصفر، أما المنطقة الثالثة، أو منطقة الباتيرا، فهي أصغر بكثير وتقع بالقرب من منطقة هيلاس بلانيتيا. تسمى براكين هذه المنطقة (باتيرا)، أو شبه الصحن؛ لأنها مسطحة، وهي أقدم بكثير من براكين (ثارسيس) و(إليسيوم). (ألبا باتيرا) هو البركان ذو القاعدة الأكبر حيث يصل عرض قاعدته إلى 1500كم (930 ميلاً)، أما ارتفاعه فأقل من 7كيلومترات (4,3ميل)، ويبلغ عرض منطقة (ثارسيس) بالكامل 4000كم (2500ميل).



صعود الماجما (الصخور المنصهرة)

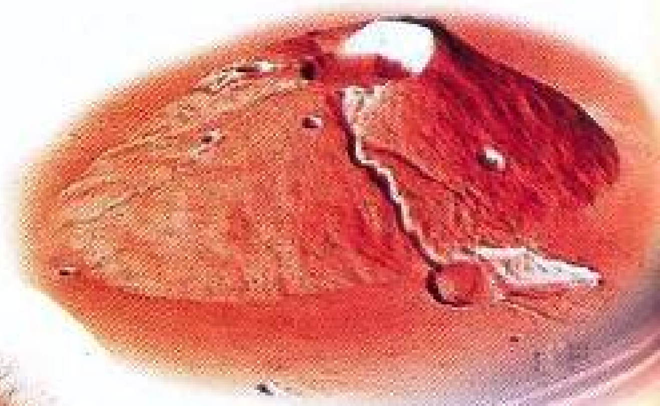
تكونت منطقة ثارسيس بفعل (النقل الحرارى للوشاح)، وهو عبارة عن دورة صعود الصخور المنصهرة، أو الماجما، من المناطق الأكثر حرارةً أسفل طبقة الوشاح. وتكوّن الماجما الصاعدة نقطًا ساخنة فى القشرة، وهى الأماكن التى تتدفق منها الحمم. وتظهر الماجما هنا باللون الأحمر، أما الوشاح الأقل حرارةً فبالأزرق والأخضر والأصفر.

تدفق الماء والنيران

فى هذا الرسم الذى يصور المريخ فى أحد عصوره المبكرة، يتخيل الفنان وجود بحيرة أسفل بركان ثائر، حيث تتصاعد سحابة كبيرة من الرماد فى الجو بينما تتدفق الحمم نحو خليج صغير، وقد تشكلت التكوينات الصخرية فى اللوحة من تدفق سابق للحمم.

براكين شتى

تثور بعض البراكين على هيئة انفجارات تقذف الرماد والغازات والصخور التى تتراكم مكونةً منحدرات شديدة الانحدار وتسمى تلك المنحدرات بـ «الخاصرة»، وقد تتآكل تلك المنحدرات بفعل المناخ أو بفعل تدفق جديد للحمم. بعض البراكين الأخرى تطلق الحمم بمعدل ثابت لتكون منحدرات معتدلةً على شكل قبة مفلطحة أو درع. وأغلب براكين المريخ من النوع الثانى؛ أى براكين درعية، مثل بركان أوليمبس مونز.



سيرانيوس ثولوس

تكون هذا المخروط البركانى شديد الانحدار بفعل فورانات انفجارية من الرماد البركانى المسامى الذى يتآكل بسهولة، ثم شقت سيول الحمم الصاعدة لاحقًا قنوات فى جانب القمع، وارتطمت به النيازك كذلك مخلفةً فوهات اصطدام. ويقع بركان (سيرانيوس ثولوس) فى الجزء الشمالى من منطقة (ثارسيس) بين (ألبا باتيرا) والبراكين الثلاثة الدرعية الكبيرة فى (ثارسيس مونتس).

رابيات هيلاس

أغلب الظن أن الرابيات الواقعة بالقرب من منطقة هيلاس بلانيتيا قد تكونت بفعل التدفقات الطينية شديدة الحرارة التى تنفجر على السطح.

تيرينا باتيرا

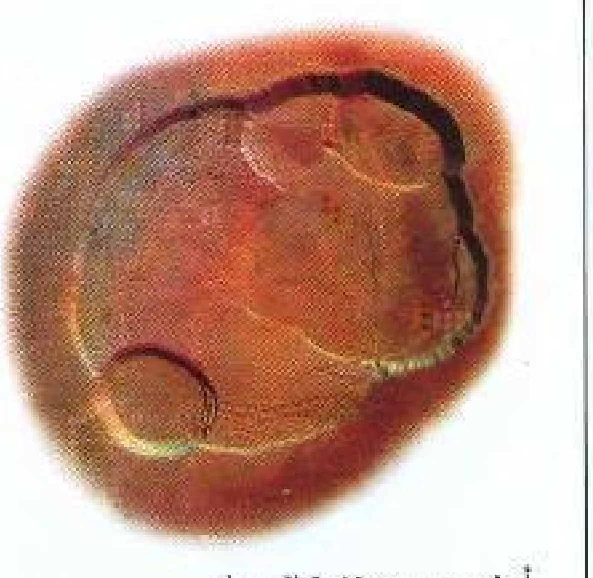
ربما تكون المنحدرات الضحلة والمتآكلة لهذا البركان من تراكم الرماد وليس التدفق المتكرر للحمم.

أبوليناريوس باتيرا

كون انفجار من الرماد هذه الجوانب شديدة الانحدار بهذا البركان أولاً، ثم كونت الحمم المنصهرة هذا الشكل المروحى حول الخاصرة الجنوبية لاحقًا.

البراكين على سطح المريخ

البراكين عبارة عن منافذ لخروج الصخور المنصهرة، أو الماجما، من تحت الأرض. تكوّن الماجما (الصهارة) الصاعدة عبر صخور طبقة (الوشاح) مناطق ساخنةً على القشرة، وتسمى الماجما التي تخترق القشرة الأرضية حممًا بركانية. تبرد الحمم وتتجمد بعد تدفقها من البركان، وتمتد أحيانًا لمئات الكيلومترات. وقد قذفت البراكين المريخية ذات مرة كميةً كبيرةً من الغازات الساخنة وبخار الماء، مما زاد من سمك الغلاف الجوى، وربما تحولت سحب بخار الماء البارد إلى ماء سائل لتخلق بحارًا وبحيرات وأنهارًا. وقد ظل أغلب براكين المريخ خامدًا منذ ما يتراوح بين 40 و100 مليون سنة، إلا أن بعضها قد يكون ثار خلال العشرة ملايين سنة الأخيرة أو خلال النصف مليون سنة الأخير. وتوجد البراكين على المريخ فى ثلاث مناطق: منطقة (ثارسيس) ومنطقة (إليسيوم بلانيتيا) ومنطقة (هيلاس بلانيثيا).

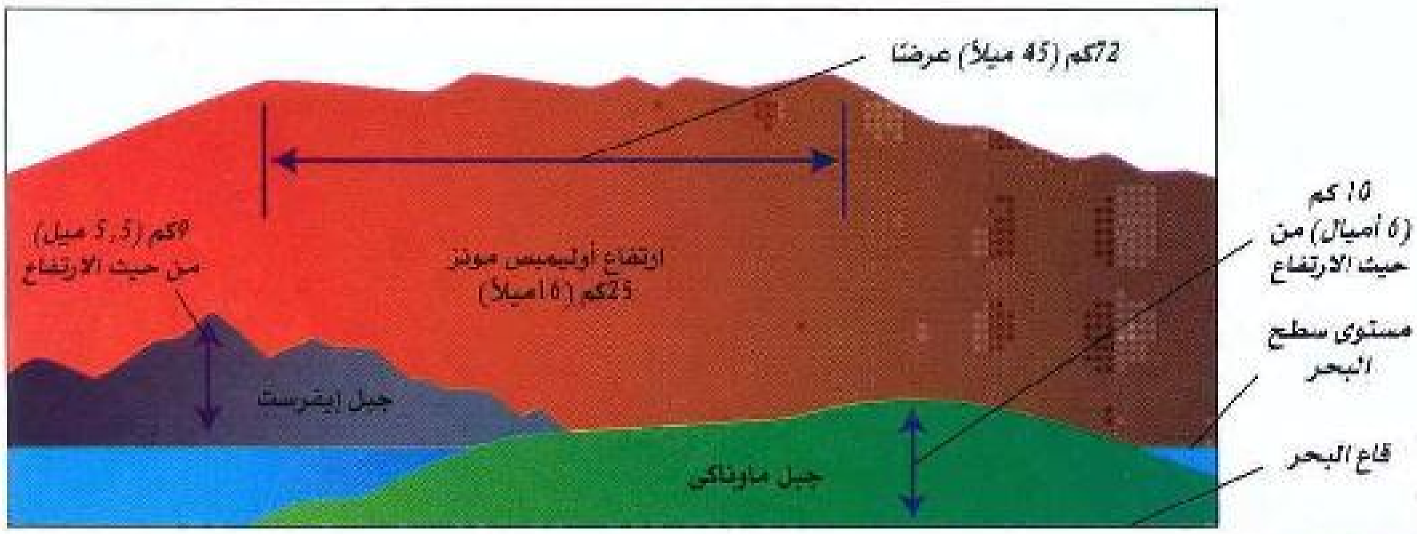


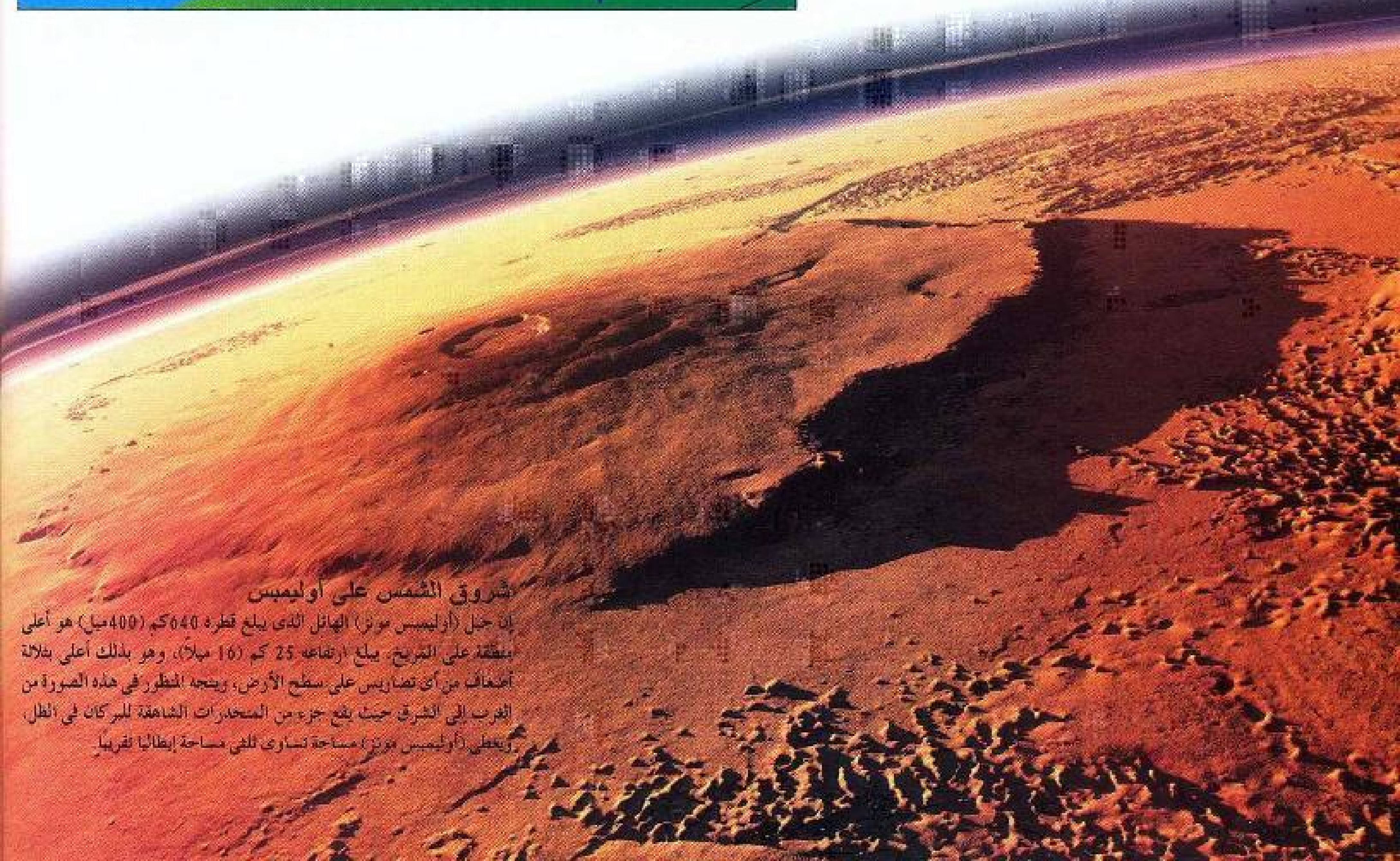
أوليمبس مونز كالديرا

يبلغ عرض (الكالديرا) أو فوهة قمة بركان أوليمبس مونز حوالى 80 كم (50 ميلاً) وقد يصل عمق جدرانها إلى 2,8كم (1,75ميل)، وتتكون فوهات القمة عندما ينهار تجويف من الماجما الذى غالبًا ما يحدث فى أثناء الثوران. التقطت هذه الصورة العلوية من على متن مركبة «مارس إكسبريس» باستخدام الكاميرا المجسمة عالية التفريق.

أعلى من عمالقة الأرض

يستطيع (أوليمبس مونز) أن يبتلع جبل إيفرست أعلى قمة على الأرض، وبركان (ماوناكي) فى هاواى وهو أكبر بركان على الأرض معًا. هذا البركان: الذى خمد منذ زمن بعيد، يعد الأكبر فى المجموعة الشمسية، ويبلغ ارتفاعه ثلاثة أضعاف الارتفاع الذى تحلق فيه الطائرات فوق الأرض.



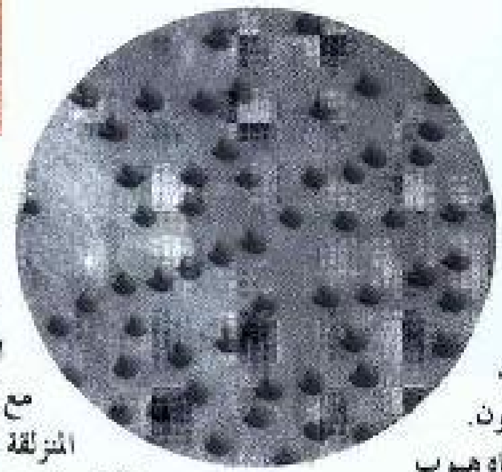


شروق الشمس على أوليمبس

إن جبل (أوليمبس مونز) الهائل الذى يبلغ قطره 640كم (400ميل) هو أعلى منطقة على المريخ. يبلغ ارتفاعه 25 كم (16 ميلاً)، وهو بذلك أعلى بثلاثة أضعاف من أى تضاريس على سطح الأرض، ويتجه المنظور فى هذه الصورة من الغرب إلى الشرق حيث يقع جزء من المنحدرات الشاهقة للبركان فى الظل، ويغطى (أوليمبس مونز) مساحة تساوى تلقى مساحة إيطاليا تقريبًا.

الكثبان القطبية

إن المناطق القطبية الشمالية هي عبارة عن بحار مسطحة من الرمال التي تغيرها الرياح، لذلك تتخذ الكثبان هنا أشكالاً هندسيةً غريبةً ومركبةً، خاصةً في المناطق التي تغير فيها الرياح اتجاهها بتعاقب الفصول، أما كثبان المنطقة القطبية الجنوبية فهي أقل حجمًا، وغالبًا ما توجد في الفوهات والوهاد (الوديان الضيقة).



تصدع شمالي

تظهر كثبان هلالية الشكل في هذه الصورة لمنطقة (كازما بوريال) - تصدع بوريال - وهي غور عميق في المنطقة القطبية الشمالية. وقد تقلصت طبقة الصقيع لتكشف عن رمال داكنة اللون. ويقع الجانب المحدب من الكثبان في اتجاه هبوب الرياح، ويعرف هذا الجانب باسم الجانب المنزلق، وتتراكم الرمال والأتربة على هذه البقعة حتى تغير الرياح اتجاهها لتشكل جانبًا منزلقًا آخر.

كثبان فورشان كوكي (كعكة الحظ)

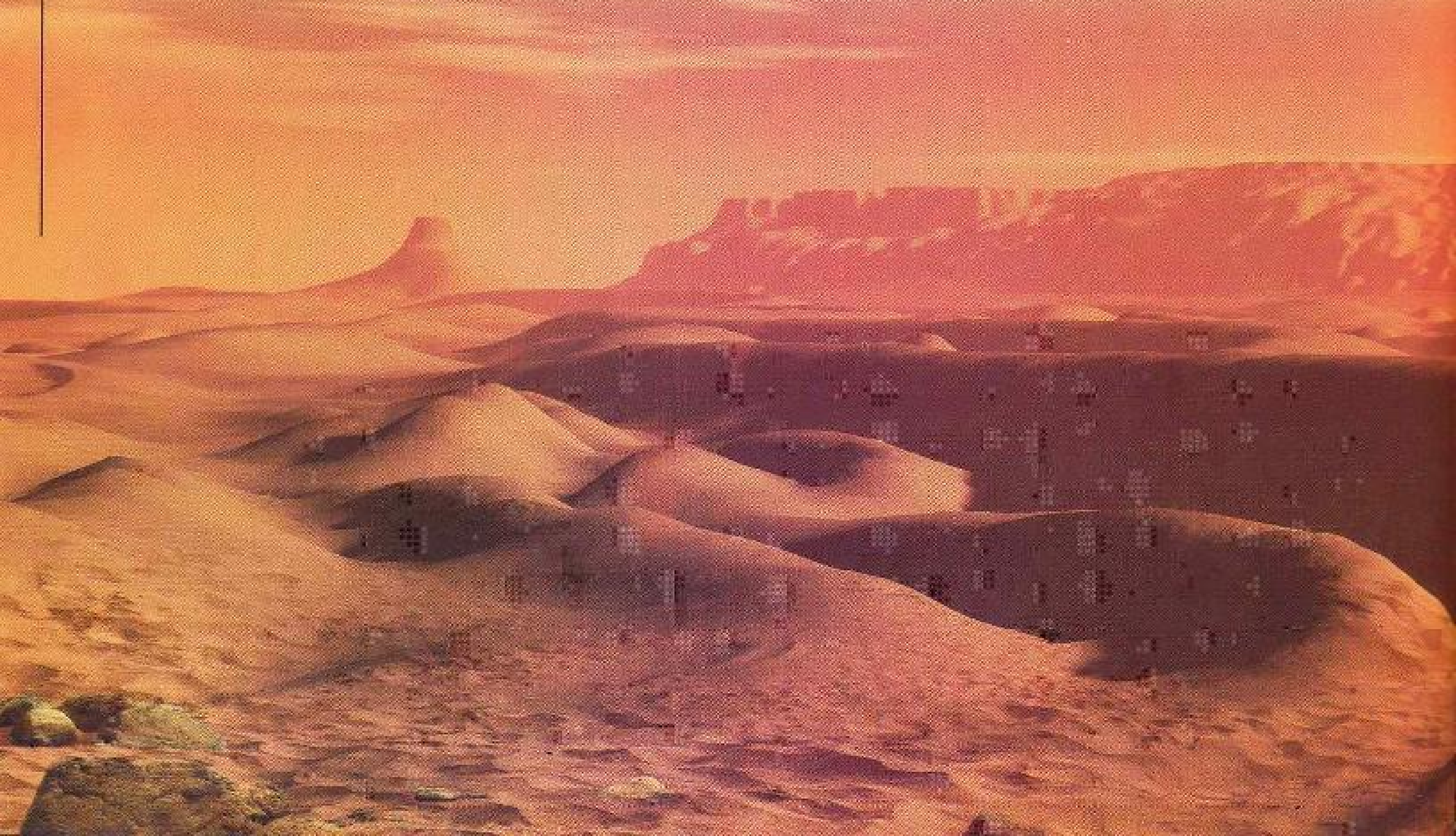
سميت هذه الكثبان الواقعة في القطب الشمالي بهذا الاسم لتشابهها الشديد مع كعكة الحظ الصينية، وتكون الجوانب المنزلقة لهذه الكثبان شديدة الانحدار، وتتجه لأعلى اليسار، وقد التقطت مركبة جلوبال سيرفيور صوراً لهذه المنطقة.

كثبان مسببة للدوار

يتجول رائد الفضاء التخيلي في هذا المشهد عبر الكثبان التي تعرجت رمالها بفعل الرياح فاتخذت أشكالاً موجيةً، وهذه اللوحة مسوحاة من أشكال الكثبان الرملية في (ديث فالي) أو (وادي الموت) الواقع في ولاية كاليفورنيا، والذي تتشابه كثبانه الرملية مع تلك الموجودة على سطح المريخ.

بانوراما بلون الصدأ الأحمر

تصور هذه اللوحة إحدى صحاري المريخ بلونها الضارب للحمرة، والسماء التي لونتها الأتربة الدقيقة العالقة في الجو، لا شيء يجلب الحركة لهذا المشهد الموحش من الصخور والكثبان والرمال التي تذروها الرياح سوى واحدة أو اثنتين من زوبعات الشياطين الترابية الدوامية.



الكثبان الرملية على المريخ

تتسبب الرياح فى إثارة الغبار الناعم الدقيق فى هواء المريخ، بينما تستقر الجزيئات الأثقل على السطح لتملأ الشقوق والفوهات. وقد تتراكم بعض جزيئات الرمال لتكون كثبانًا تشكلها الرياح، وتتخذ الرمال والأتربة أشكالاً مذهلةً تتغير باستمرار، ويتم التقاطها فى الصور المأخوذة من على متن المركبات المدارية. أغلب كثبان المريخ داكنة اللون؛ لأنها تتكون من فتات الصخور البركانية، وتكون الأشكال الناتجة عن هذه الكثبان مذهلةً، خاصةً فى فصل الربيع عندما يبدأ الصقيع المكون من ثانى أكسيد الكربون فى الذوبان. وإذا نظرنا من الأعلى لوجدنا أن تقلص الجليد يخلف وراءه أشكالاً رائعةً تغطى مئات الكيلومترات من السطح، وبما أن جاذبية المريخ تبلغ ثلث جاذبية الأرض، فإن ارتفاع الكثبان على المريخ يمكن أن يزيد بحيث يصبح ضعف ارتفاع الكثبان على الأرض، ويلتف أعلى الكثبان الرملية فى المريخ حول منطقة الجليد القطبية الشمالية فى شكل حلقة هائلة يبلغ ارتفاعها 24 مترًا (80 قدمًا).

تآكل بفعل الرياح أو المياه

نرى فى هذه الصورة وادى أوقاكو فاليس القديم وقاعه مغطى بهذه التكوينات المموجة التى تشكلت بفعل الرياح، وربما نحتت المياه المتدفقة، والتى اختفت منذ وقت طويل، هذه المنطقة التى تقع فى أرابياتيرا.

شقوق الكثبان الرملية

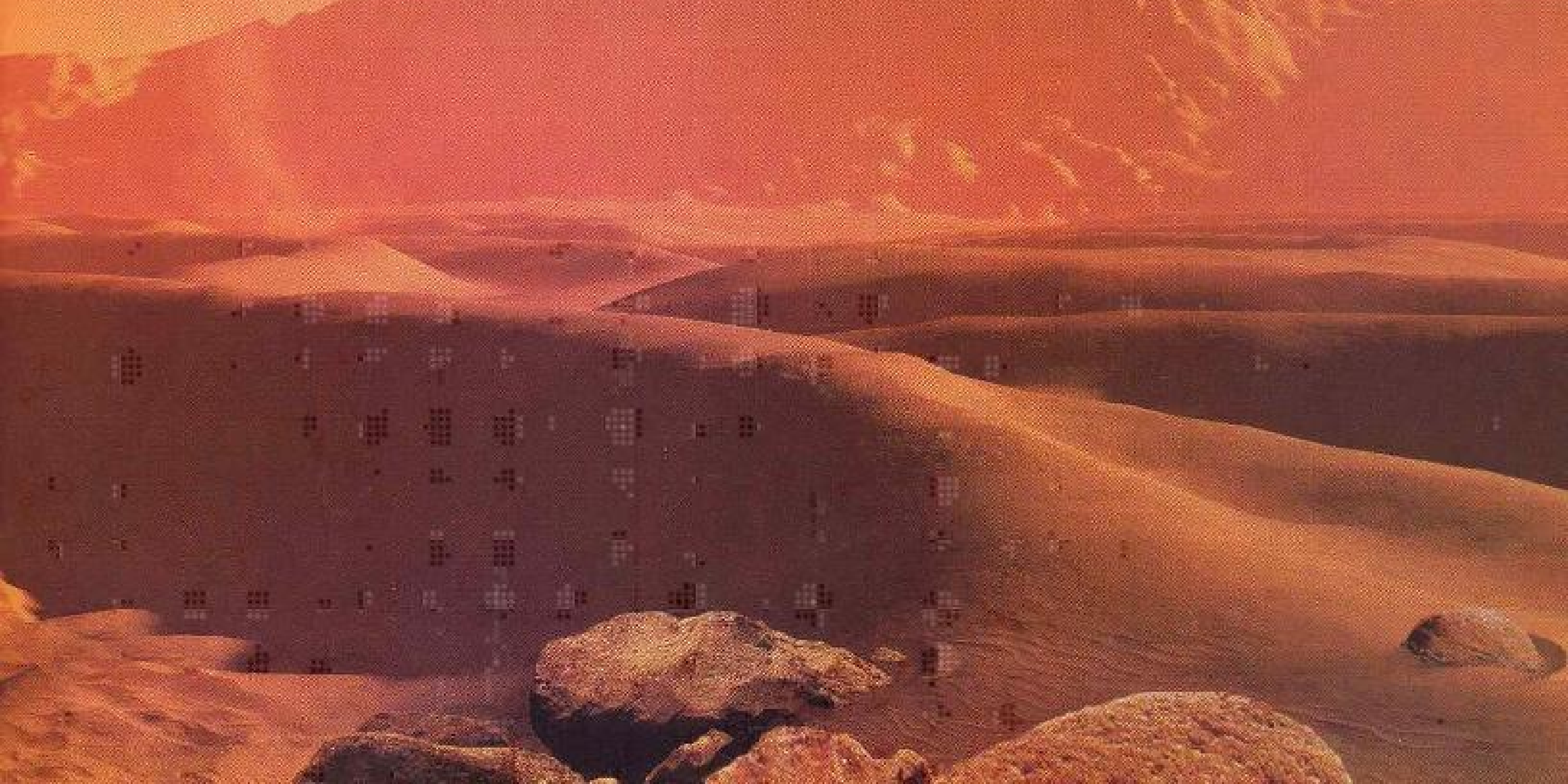
تبين هذه الصورة التى التقطتها جلوبال سيرفيور شقوقًا غامضةً فى شكل خطوط فوق الكثبان الرملية على فوهة راسيل فى المرتفعات الجنوبية. الطريقة التى تشكلت بها هذه الخطوط غير معروفة، وتوجد فى أغلب الأحيان على المنحدرات التى تواجه الجنوب.

صقيع على الرمال

تبين هذه الصورة الملتقطة فى فصل الربيع كثبانًا رملية متآكلةً غطتها طبقة من الصقيع المكون من ثانى أكسيد الكربون الذى بدأ «يتسامى» أو يتبخر فى الهواء، وكثيرًا ما يخلف الصقيع المتقلص أشكالاً تشبه أعمال الفن التجريدى.

مصقولة ومتشابكة

صورت هذه الكثبان المصقولة بفعل الرياح الواقعة فى فوهة هيرشيل الوسطى بواسطة كاميرا مركبة جلوبال سيرفيور المدارية، وتبدو هذه الكثبان كأنها طليت بالأسمنت وتصلبت لتكون أشكالاً ملتوية كالشرائط.



واد وبحيرة عتيقان

ربما كانت فوهة جوسيف، على اليمين، بحيرةً قديمة غذتها المياه الجارية من وادى ماديم فاليس المتعرج. يبلغ عرض الفوهة 160كم (100ميل)، وهى مكان هبوط الطوافة (سبيريت). وقد طمست معالم الاصطدام فى الفوهة واستوت بفعل تراكمات الرواسب التى حملتها المياه القادمة من أخدود ماديم الذى يصل طوله إلى 900كم (560ميلاً).

رواسب متعرجة

لدى مقارنتها بتكوينات الرواسب الموجودة على الأرض، يتبين أن هذه الأشكال الصخرية الموجودة فى جنوب شرق (فاليس مارينيريس) تشكلت فى الأصل بفعل التراكمات الرملية فى بيئة سائلة، فهذا الشكل اللولبى للرواسب يبدو كأنه تشكل بفعل تيار متعرج. أصبحت هذه الرواسب صلبة عبر ملايين السنين لتتحول إلى صخور رسوبية، يسمى هذا الشكل الصخرى تحديداً (بالمتعرج)، وهو دليل قوى على تدفق المياه فى هذا المكان فى فترة من الفترات.

أنهار ضائعة من الزمن العتيق

يبحث العلماء عن أدلة على وجود ماء على سطح المريخ، وذلك بمقارنة المجارى المائية التى جفت على الأرض بمظاهر السطح على المريخ، فأحواض الأنهار التى جفت منذ زمن بعيد فى جنوب غرب آسيا تشبه كثيراً القنوات المتشعبة الموجودة على المريخ، كما تشير معالم جيولوجية أخرى على المريخ إلى وجود ماء فيما مضى مثل الرواسب التى تبدو كأنها تكونت بفعل فيضانات جارفة.

نظام القنوات المتشعبة فى جنوب اليمن

الجداول الجافة على الأرض والمريخ

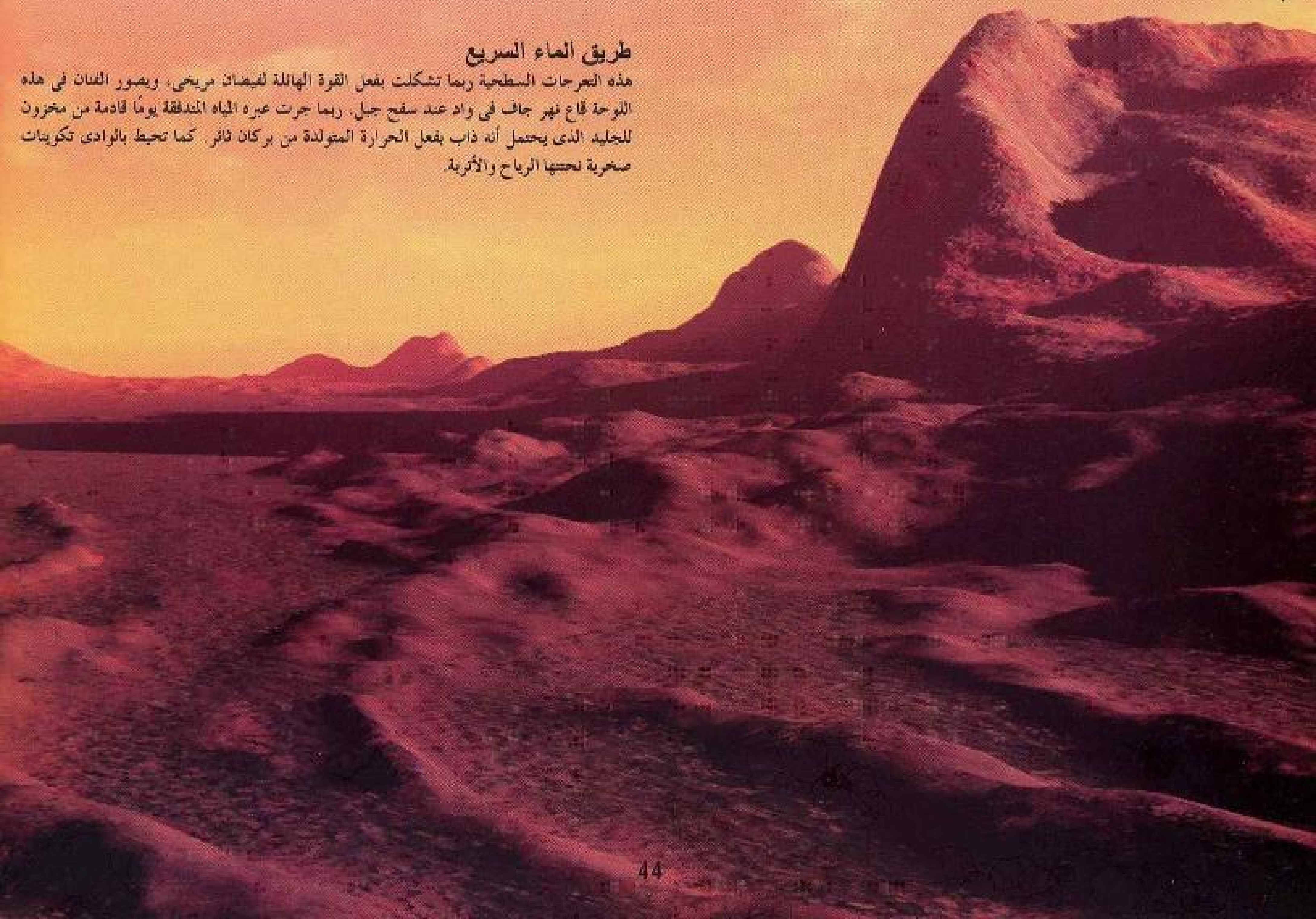
يعتقد العلماء أن الصورة أعلاه هى لنظام صرف نهرى على سطح المريخ، أما الشبكة المتشعبة فى الصورة على اليسار فتمثل نهراً قديماً جافاً فى جنوب اليمن، أحد أكثر الأماكن جفافاً على الأرض، وربما تدفقت المياه المغطاة بطبقة حامية من الجليد عبر تلك القنوات المتشعبة المماثلة على المريخ

الأنهار على المريخ

نعلم يقينًا أنه لا حياة دون وجود الماء فى حالته السائلة، لكن المريخ أكثر جفافًا من أى صحراء على وجه الأرض، فالمريخ بارد جدًا وغلافه الجوى رقيق للغاية، وذلك يعنى أن الماء لا يمكن أن يتوافر إلا فى شكل جليد أو بخار، وعلى الرغم من ذلك يعتقد العلماء أن مناخ المريخ كان أكثر اعتدالاً فى حقبة ما وأن الأنهار جرت على سطحه لتصب فى بحيرات وبحار. فبعض التضاريس على سطح المريخ ربما خلفها عصر مائى انقضى منذ 3500 مليون سنة. تتضمن هذه التضاريس شبكات من قنوات الصرف التى تبدو كما لو كانت قد شقت بفعل تدفق المياه، كما أنه توجد على المريخ ترسبات من التربة والركام كتلك التى نراها عند مصبات الأنهار، توجد كذلك مساحات مسطحة ربما كانت قيعانًا لبحيرات وبحار اختفت منذ زمن بعيد. يشبه سطح المريخ تلك المناطق القاحلة على الأرض، مثل الصحارى الآسيوية التى كانت تعج يومًا بالأنهار والجداول المتدفقة.

تدفق الأنهار فى العصر النوكى

يوضح هذا التصور الفنى لأنهار تفيض بالمياه فى منطقة كريس بلانيتيا شكل الفيضانات الطينية التى يحتمل وجودها على سطح المريخ قديمًا، ونرى الماء الناتج عن ذوبان الجليد يجرى عبر وديان (كاسي فاليس) فى الخلفية، وربما تراكمت طبقات الرواسب ثم تكشفت عندما تبخرت المياه أو تدفقت بعيدًا عنها.

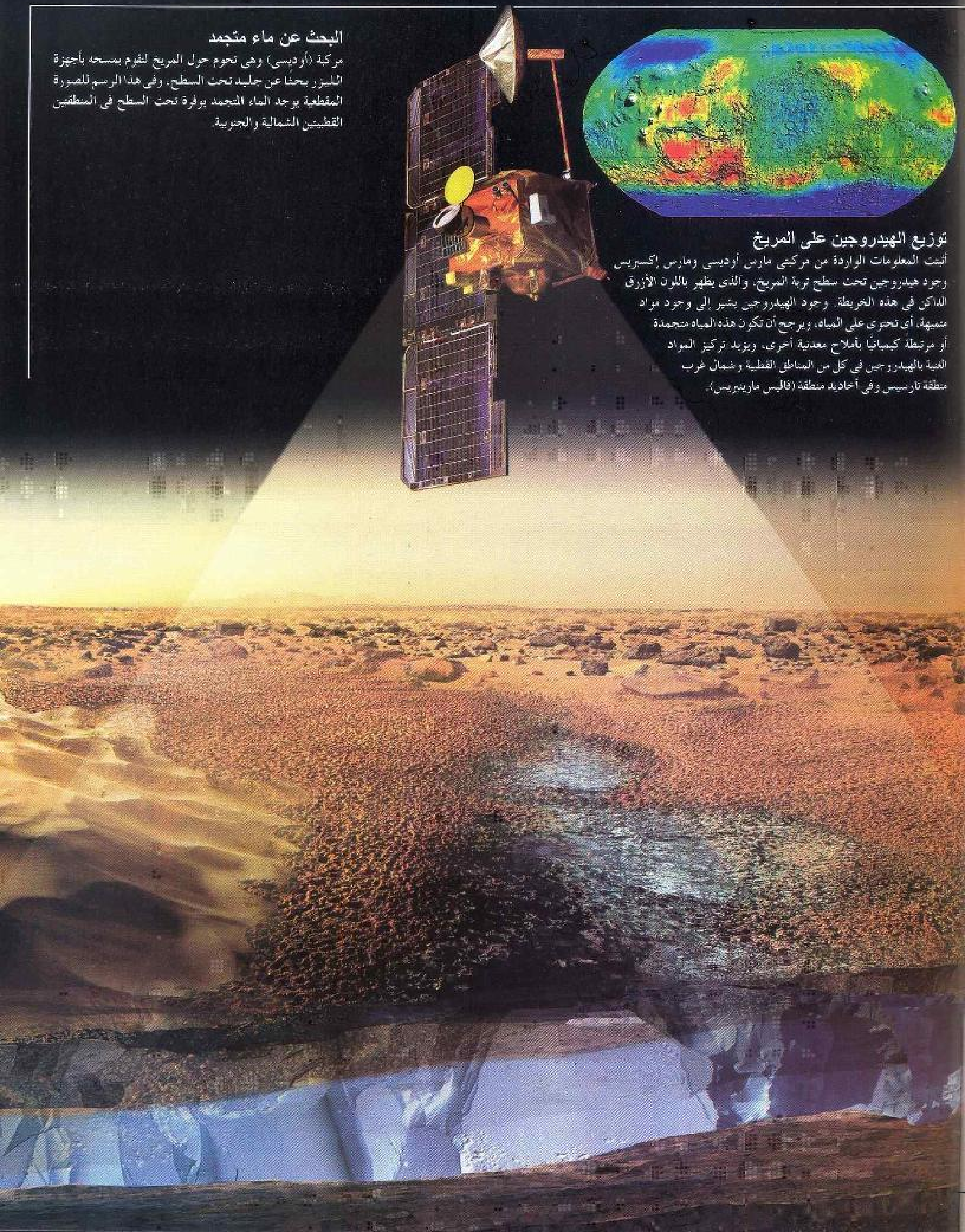


طريق الماء السريع

هذه التعرجات السطحية ربما تشكلت بفعل القوة الهائلة لفيضان مريخى، ويصور الفنان فى هذه اللوحة قاع نهر جاف فى واد عند سفح جبل، ربما جرت عبره المياه المتدفقة يومًا قادمة من مخزون للجليد الذى يحتمل أنه ذاب بفعل الحرارة المتولدة من بركان ثائر. كما تحيط بالوادى تكوينات صخرية نحتتها الرياح والأتربة.

البحث عن ماء متجمد

مركبة (أوديسى) وهى تحوم حول المريخ لتقوم بمسحه بأجهزة الليزر بحثا عن جليد تحت السطح. وفى هذا الرسم للصورة المقطعية يوجد الماء المتجمد بوفرة تحت السطح فى المنطقتين القطبيتين الشمالية والجنوبية.



توزيع الهيدروجين على المريخ

أثبتت المعلومات الواردة من مركبتي مارس أوديسي ومارس إكسبريس وجود هيدروجين تحت سطح تربة المريخ، والذى يظهر باللون الأزرق الداكن في هذه الخريطة. وجود الهيدروجين يشير إلى وجود مواد مميهة، أي تحتوي على المياه، ويرجح أن تكون هذه المياه متجمدة أو مرتبطة كيميائيًا بأملاح معدنية أخرى. ويزيد تركيز المواد الغنية بالهيدروجين في كل من المناطق القطبية وشمال غرب منطقة تارسيس وفي أخاديد منطقة (فاليس مارينيريس).

المياه على المريخ

يعتقد العلماء أن المياه تدفقت على المريخ يومًا ما، وأنها شكلت أنهارًا وبحيرات بل تسببت في فيضانات على سطحه. لكن عندما برد الكوكب منذ ملايين السنين، تبخرت المياه أو تجمدت أو تسللت تحت سطح الأرض، فقد اكتشفت الأجهزة الموجودة على متن المركبات المدارية، مثل مارس أوديسي ومارس إكسبريس، وجود الهيدروجين في تربة المريخ، ويرجح هذا أن الماء المتجمد قريب من السطح. وتنتشر التربة الغنية بالهيدروجين في المناطق البركانية وفي أخاديد (فاليس مارينيريس) وفي القطبين، وتقدر نسبة المياه بحوالى 50٪ من تربة بعض المناطق القطبية الشمالية، ويعني ذلك أن 0,5 كجم (رطلاً واحدًا) من التربة سوف يعطى 0,25 كجم (نصف رطل) من الماء إذا قمنا بتسخينه، أما تحت السطح حيث تزيد درجات الحرارة، فربما نعثر على الماء في صورته السائلة، كما يمكن أن تكون الأملاح المعدنية الموجودة تحت السطح قد ذابت في المياه الجوفية ومنعتها من التجمد.

كوكب مائي في العصر النوكي

يوضح هذا الرسم كيف كان شكل المريخ منذ 3,5 بليون سنة: مغمورًا جزئيًا بالماء، وتبدو هيلاس بلانيتيا مغمورة بالمياه أيضًا في الأسفل ناحية اليسار، كما تظهر كل من يوتوبيا بلانيتيا وإيسيديس بلانيتيا أعلى اليسار كجزء من بحر كبير حيث تقف براكين إليسيوم على مقربة من شاطئه، وهي من الأعلى للأسفل: هيكاتيس ثولوس، إليسيوم مونز وألبور ثولوس.

هضبة تيردروب (قطرة دمع)

تتخذ مظاهر السطح على المريخ أشكالاً غريبةً ومثيرةً، وفي هذه الصورة التي التقطتها مركبة مارس إكسبريس التابعة لوكالة الفضاء الأوروبية، نرى هذه الهضبة التي اتخذت شكل (قطرة دمع) Teardrop وهي تكوين مرتفع ومسطح يوجد في منطقة (كريسِ بلانيتيا)، وأغلب الظن أن هذه الهضبة كانت جزيرةً، وجرى الماء حول أطرافها، أما فوهتا الاصطدام، فقد خلفهما سقوط نيزكين في وقت لاحق.

الماء الهادر يجتاز الأخدود

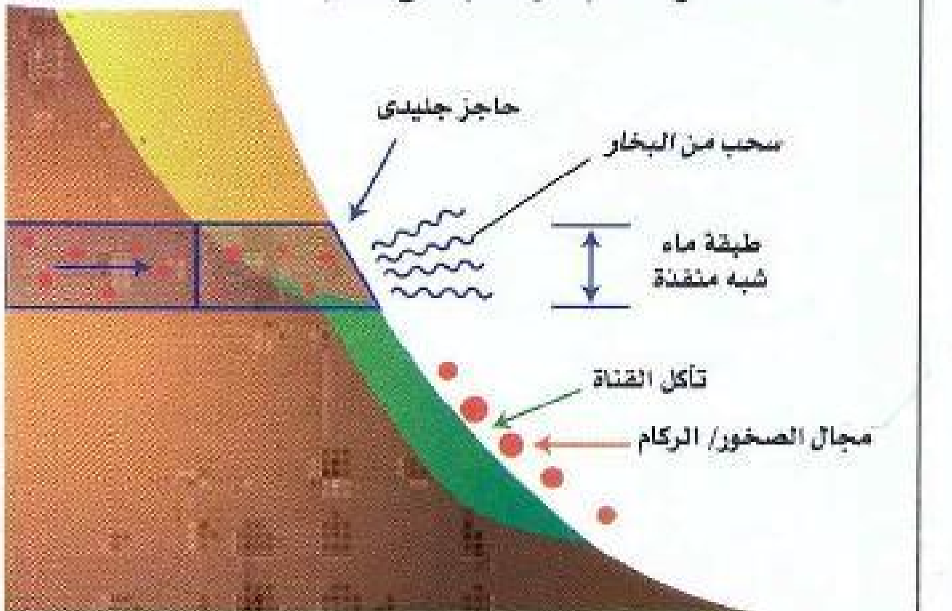
تسيل المياه في هذه الصورة من على المنحدرات لتجرى عبر الشقوق وتملأ الوادى. بفيض هذا المشهد المريخى ـ الجاف في الظروف الطبيعية ـ بالماء المنفجر من خزانات المياه الموجودة تحت السطح. مثل هذه الفيضانات كانت تحدث منذ زمن بعيد عندما كان مناخ المريخ أكثر دفئًا وكانت الحواجز الجليدية تذوب مؤقتًا لتسمح للمياه الجوفية بالصعود إلى السطح.

تكون شقوق المنحدرات

يحتمل وجود ماء جنبًا إلى جنب مع الجليد والصخور والتربة في الطبقة «شبه المنفذة» الواقعة تحت سطح المريخ بالقرب من الفوهات وجدران الأخاديد، فإذا ما ذابت طبقة الجليد الحاجز وتحولت إلى بخار، ستندفع المياه السائلة أسفل المنحدر لتكون شقوقًا على الجدار.

شقوق المرتفعات

يوجد العديد من تجمعات الشقوق على التلال المريخية العالية، وتبدو بعض هذه الشقوق حديثة التكون، حيث إن حافاتها حادة واضحة المعالم وهي تقطع الأراضى القديمة المنحوتة بفعل الرياح. هذه الشقوق الحديثة ربما نتجت عن تدفق المياه الذائبة تحت طبقة واقية من الثلج أو بفعل المياه الجوفية التي تفجرت في العصور الأكثر دفئًا من القنوات الموجودة تحت السطح.

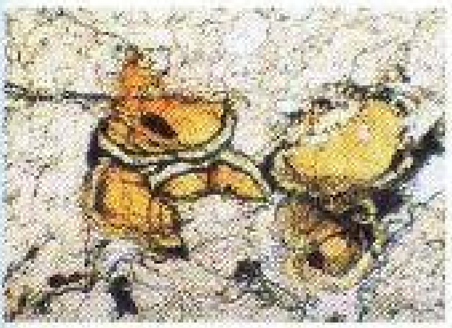


الأحجار النيزكية المريخية فى القارة القطبية الجنوبية

تعد القارة الجنوبية المتجمدة (أنتاركتيكا) من أفضل الأماكن على الأرض للبحث عن الأحجار النيزكية، ويبحث الجيوكيميائيون فى تلك الصخور عن فقاعات هواء مجهرية تحتوى على نفس مزيج الغازات بالغلاف الجوى للكوكب الأحمر لكى يثبتوا أنها من أصل مريخى.

مواقع اكتشاف النيازك

تتجمع مواقع النيازك فى القارة الجنوبية أنتاركتيكا فى المناطق الجليدية، وقد تم العثور على العديد من الاكتشافات المهمة فى موقع يدعى (تلال النيازك) 'Meteorite Hills' منذ السبعينيات من القرن الماضى، وغالبًا ما يتم العثور على النيازك المدفونة فى الجليد على أطراف الأنهار الجليدية.



الكربونات فى ALH 84001

يتضح من هذه الشريحة المقطعية الميكروسكوبية من النيزك ALH 84001 وجود تكوينات كربونيةً وهى التى تحتوى على الأشكال الدودية المثيرة للجدل، وعادة ما تتشكل التكوينات الكربونية فى الماء، مما يشير إلى أن الحجر ALH 84001 تعرض للماء لوقت طويل.

اكتشاف فى قارة أنتاركتيكا

ينظم جامعو النيازك من كل أنحاء العالم رحلات استكشافية فى فصل الصيف من كل عام إلى قارة (أنتاركتيكا). وفى الصورة، نرى فريق أنتاركتيكا للبحث عن النيازك عام 2001 وهو يفحص صخرةً فضائيةً مكتشفةً حديثًا، يرعى هذا الفريق (فريق أنتاركتيكا للبحث عن النيازك) كل من: الأكاديمية الأمريكية الوطنية للعلوم، وكالة الفضاء الأمريكية (ناسا) ومعهد سميثسونيان.

عملاق فى إفريقيا

اكتشفت أحجار نيزكية مريخية فى معظم القارات، وخاصة فى إفريقيا، وتزن أغلب هذه الأحجار أقل من 500 جرام (1رطل)، إلا أن هذا الحجر (على اليسار) عثر عليه فى الصحراء الكبرى الليبية يزن 25 كجم (55 رطلا) وهو جزء من أكبر نيزك مريخى عثر عليه حتى الآن حيث يزن 95 كجم (210 أرطال). هذا النيزك الذى يدعى (دار الجانى) تحطم لمئات الأجزاء عند الارتطام، وهذه الصورة على اليمين هى للصحراء الكبرى حيث وجد النيزك.

أقــدم نيــزك

عثر على هذا الحجر النيزكى فى منطقة تلال آلان ميلز بالقارة الجنوبية خلال فصل الصيف عام 1984–1985، وتم إدراج هذا النيزك ضمن فهرس النيازك تحت الرمز ALH 84001. اكتشف الباحثون عام 1994 أن هذا النيزك عمره 4,5 بليون سنة، وهو بذلك يعد أقدم نيزك مريخى اكتشف حتى الآن.

دليل وجود حياة

التقطت هذه الصورة لأحد التكوينات الكربونية داخل الحجر النيزكي ALH 84001 بالميكروسكوب الإليكترونى، ونرى فيها أشكالاً دودية يعتقد بعض العلماء أنها حفريات ميكروبية، أى كائنات حية ميكروسكوبية. إلا أن فريقًا آخر يختلف مع هذا الرأى حيث يرون أنها مجرد تكوينات معدنية لا عضوية، وقد تواصل الجدال الساخن حول هذه الأشكال الغامضة إلى الآن.

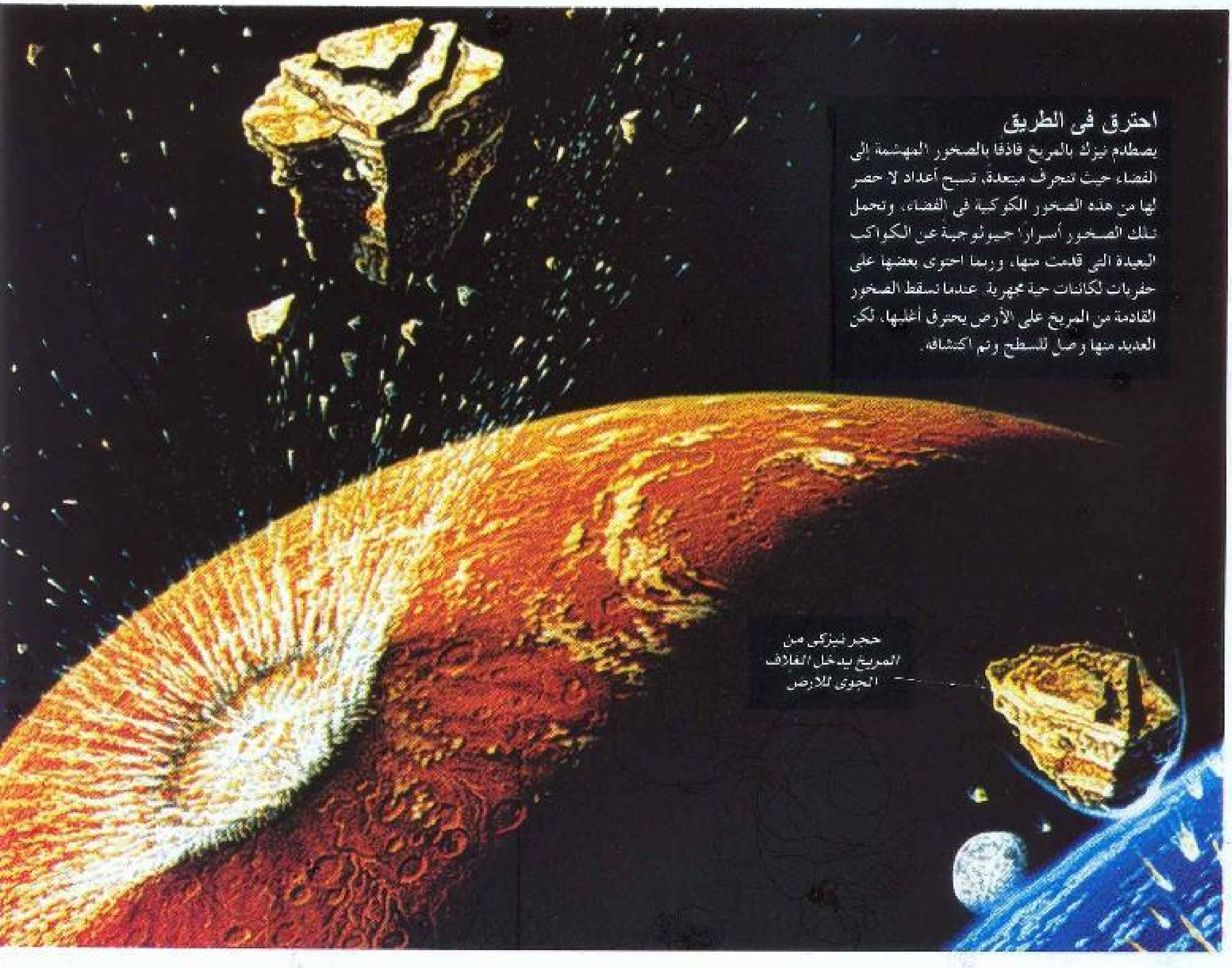
نيزك على سطح الجليد

الشهب القادمة من المريخ

وجد العلماء الكثير من الصخور التى يعتقد أنها جاءت للأرض من المريخ، وقاموا بدراسة هذه الصخور عن كثب. فمنذ ملايين السنين، ارتطمت الكويكبات والشهب بالمريخ قاذفةً الصخور المهشمة فى الجو، وقد سمحت جاذبية الكوكب الضعيفة لبعض هذه الصخور بالهروب فسبحت فى الفضاء الخارجى. وبعد ملايين السنين، أسرت جاذبية الأرض بعض هذه الصخور فأسقطتها، وتسارعت تلك الصخور فى صورة الشهب مخترقةً الغلاف الجوى السميك للأرض، واحترق بعضها وفنى قبل أن يصل للسطح بفعل الاحتكاك. أما البعض الآخر فتمكن من الوصول لسطح الأرض، ويطلق على الأخيرة اسم أحجار نيزكية أى الأحجار الفضائية التى وصلت لسطح الأرض. وتتركز هذه الأحجار القادمة من المريخ فى كل من القارة القطبية الجنوبية وإفريقيا، وتوجد أدلة فى صخرة مريخية واحدة على الأقل على أنها كانت مغمورةً بالماء السائل منذ عهد قديم، كما يظن بعض العلماء أنها تحتوى على حفريات كائنات حية.

من المريخ إلى كاليفورنيا

كان هذا الحجر النيزكى واحدًا من اثنين عثر عليهما بالقرب من مدينة لوس أنجلوس بولاية كاليفورنيا فى السبعينيات، ويزن الحجر حوالى 250 جرامًا (نصف رطل)، واكتشف أنه قادم من المريخ لأول مرة عام 1999. فى هذا الوقت، كان قد تم تصنيف 14 حجرًا آخر على أنها أحجار قادمة من المريخ، ومن بينها حجر وجد فى فرنسا عام 1815.

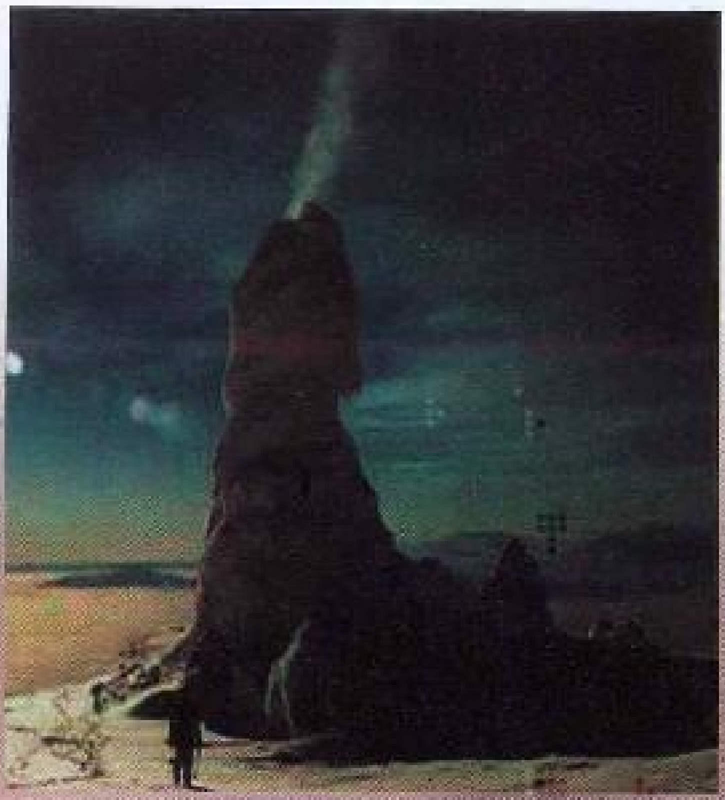


احترق فى الطريق

يصطدم نيزك بالمريخ قاذفًا بالصخور المهشمة إلى الفضاء حيث تنجرف مبتعدة، تسبح أعداد لا حصر لها من هذه الصخور الكوكبية فى الفضاء، وتحمل تلك الصخور أسرارًا جيولوجية عن الكواكب البعيدة التى قدمت منها، وربما احتوى بعضها على حفريات لكائنات حية مجهرية. عندما تسقط الصخور القادمة من المريخ على الأرض يحترق أغلبها، لكن العديد منها وصل للسطح وتم اكتشافه.

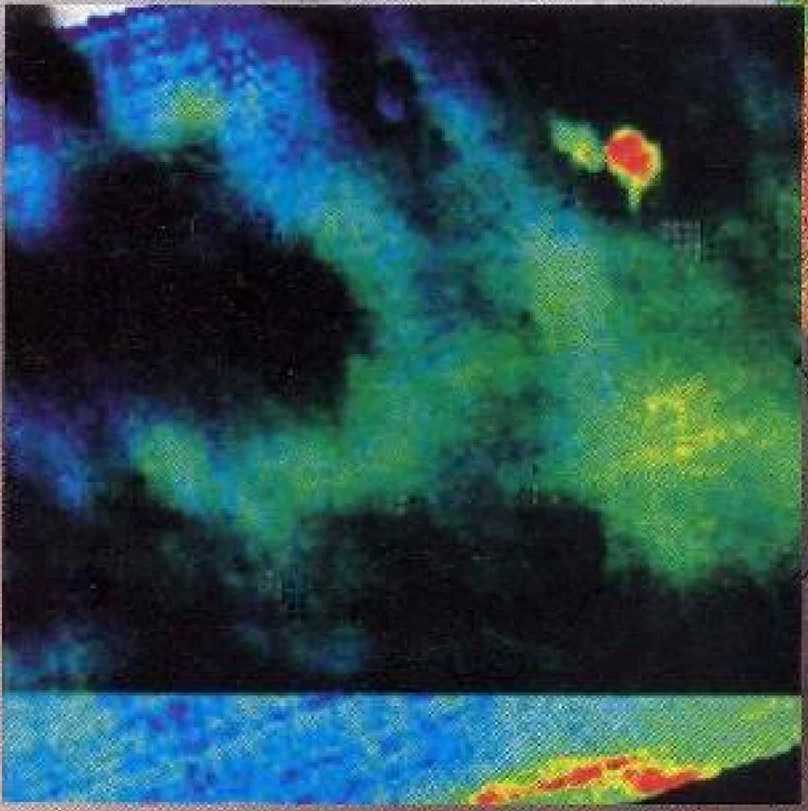
أبراج الجليد على المريخ

يصر بعض الباحثين على أن (البقع الجوحرارية الساخنة) هي مفتاح لغز البحث عن حياة في المريخ، وهي أماكن ترتفع درجة حرارتها عن البيئة المحيطة بها، وربما كانت هذه فتحات بركانيةً تطلق الحرارة من تحت السطح. في قارة أنتاركتيكا، تتخذ هذه الفتحات شكل (مدخنة) من الجليد تعلو عن السطح الثلجي المحيط بها، وفي داخلها تجد الكائنات الميكروسكوبية ملاذًا لها بعيدًا عن المناخ القطبي القاسي.



مداخن من الجليد

تتكون أبراج مجوفة من الجليد حول الفتحات البركانية الساخنة على جبل إريباس، وهو بركان على جزيرة روس بقارة أنتاركتيكا، وتتكون هذه الأبراج نتيجة لتجمد البخار المتصاعد من الفتحات البركانية، وقد يصل ارتفاعها إلى 10 أمتار (33قدمًا)، وتحافظ الحرارة البركانية على درجة الحرارة داخل الأبراج فتظل عند درجة التجمد تقريبًا، لذلك تستطيع الكائنات الميكروسكوبية أن تعيش فيها حيث الملاذ الآمن من الرياح والبرد القارس.

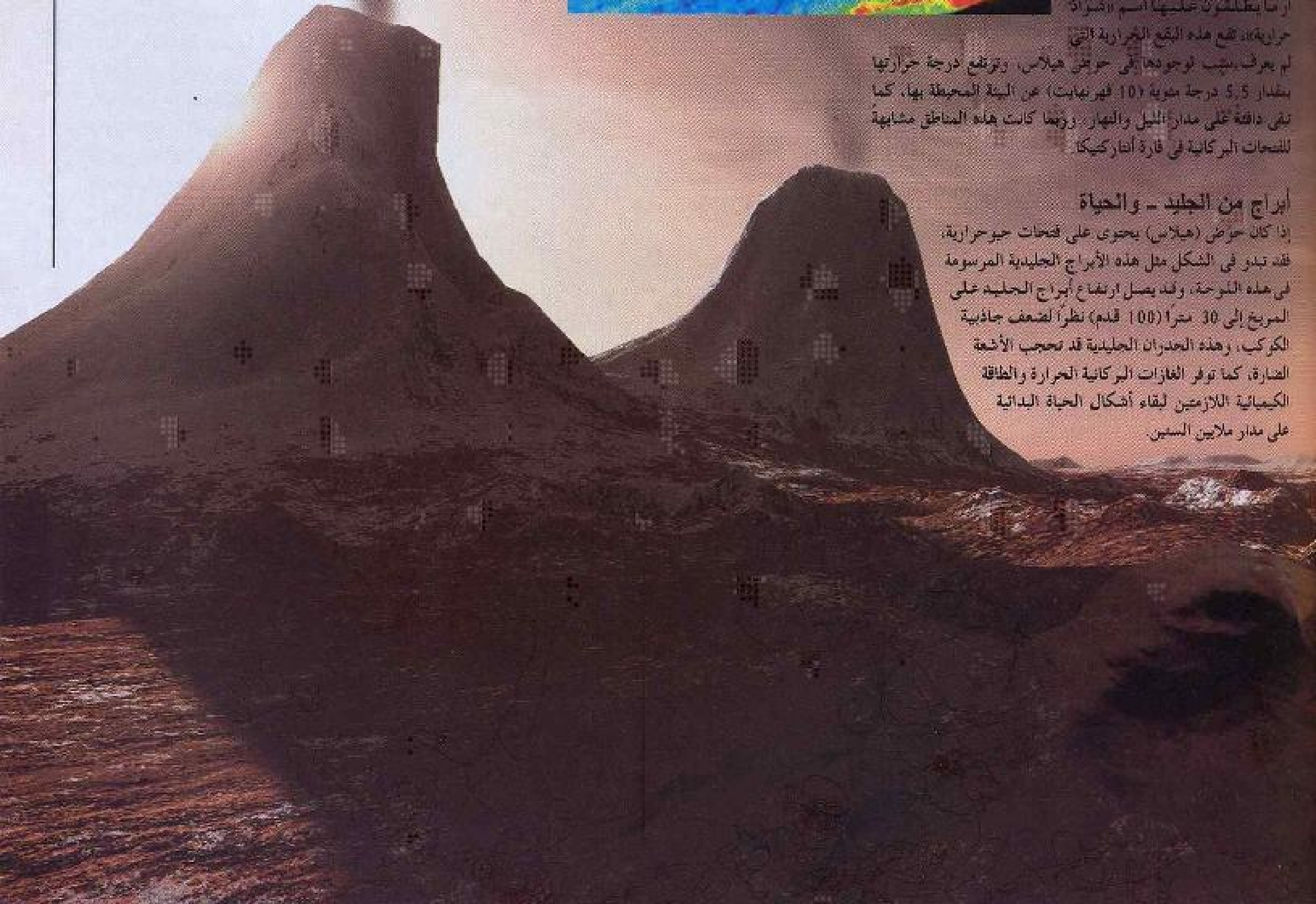


شواذ حرارية

سجلت كاميرا (مارس أوديسي) للاستشعار الحراري مناطق بدت وكأنها أكثر دفئًا من البيئة المحيطة بها، أو ما يطلقون عليها اسم «شواذ حرارية»، تقع هذه البقع الحرارية التي لم يعرف سبب لوجودها في حوض هيلاس، وترتفع درجة حرارتها بمقدار 5,5 درجة مئوية (10 فهرنهايت) عن البيئة المحيطة بها، كما تبقى دافئة على مدار الليل والنهار، وربما كانت هذه المناطق مشابهة للفتحات البركانية في قارة أنتاركتيكا.

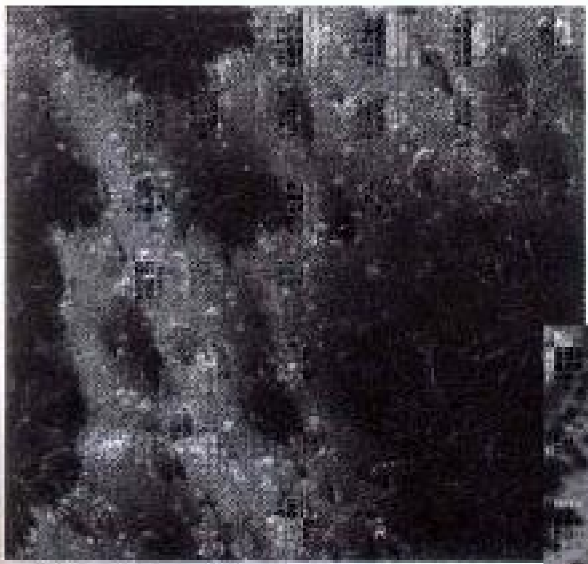
أبراج من الجليد - والحياة

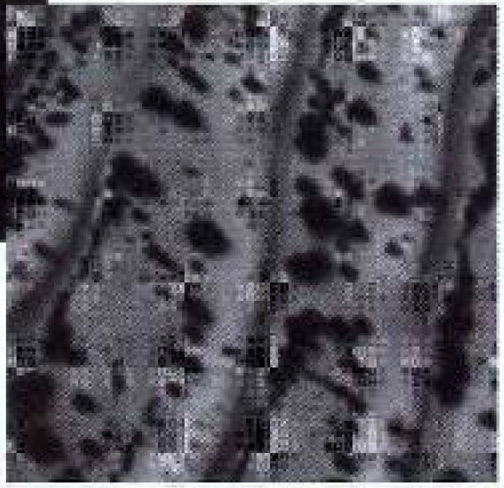
إذا كان حوض (هيلاس) يحتوي على فتحات جيوحرارية، فقد تبدو في الشكل مثل هذه الأبراج الجليدية المرسومة في هذه اللوحة، وقد يصل ارتفاع أبراج الجليد على المريخ إلى 30 مترًا (100 قدم) نظرًا لضعف جاذبية الكوكب، وهذه الجدران الجليدية قد تحجب الأشعة الضارة، كما توفر الغازات البركانية الحرارة والطاقة الكيميائية اللازمتين لبقاء أشكال الحياة البدائية على مدار ملايين السنين.



هل توجد حياة على المريخ؟

بدأت الأسئلة تدور حول وجود حياة على المريخ عندما ظن الفلكيون الأوائل أن هذا الكوكب يشبه الأرض إلى حد كبير، ثم اعتقد الراصدون فى وقت لاحق فى وجود قنوات وحياة نباتية على الكوكب وذلك من خلال ما رصدته أجهزة التلسكوب الخاصة بهم وزعم البعض أن أهل المريخ متقدمون كثيرًا عن أهل الأرض، إلا أن المركبات المدارية والطوافات الآلية اكتشفت فيما بعد أن المريخ ما هو إلا صحراء متجمدة خالية من أى كائنات حية. وبدأ العلماء يبحثون عن علامات على وجود حياة سابقة ـ منقرضة ـ على المريخ، وبخاصة فى الأماكن التى تدفقت فيها المياه فى عصور سابقة. اكتشفت معداتهم العلمية طبقات جليدية، ونقبت دراساتهم فى الصخور على سطح المريخ والنيازك ذات الأصول المريخية على الأرض. وبما أن الكائنات الميكروسكوبية توجد فى أكثر بيئات الأرض قسوةً من حيث المناخ، فمن المحتمل أن يكون هناك كائنات ميكروسكوبية على المريخ أيضًا. ويحتوى الكوكب الأحمر على (بقع ساخنة) قد تكون ثقوبًا جيوحرارية، يقول بعض العلماء إن هذه البقع هى أنسب الأماكن للبحث عن حياة مريخية.





بقع على الجليد القطبى

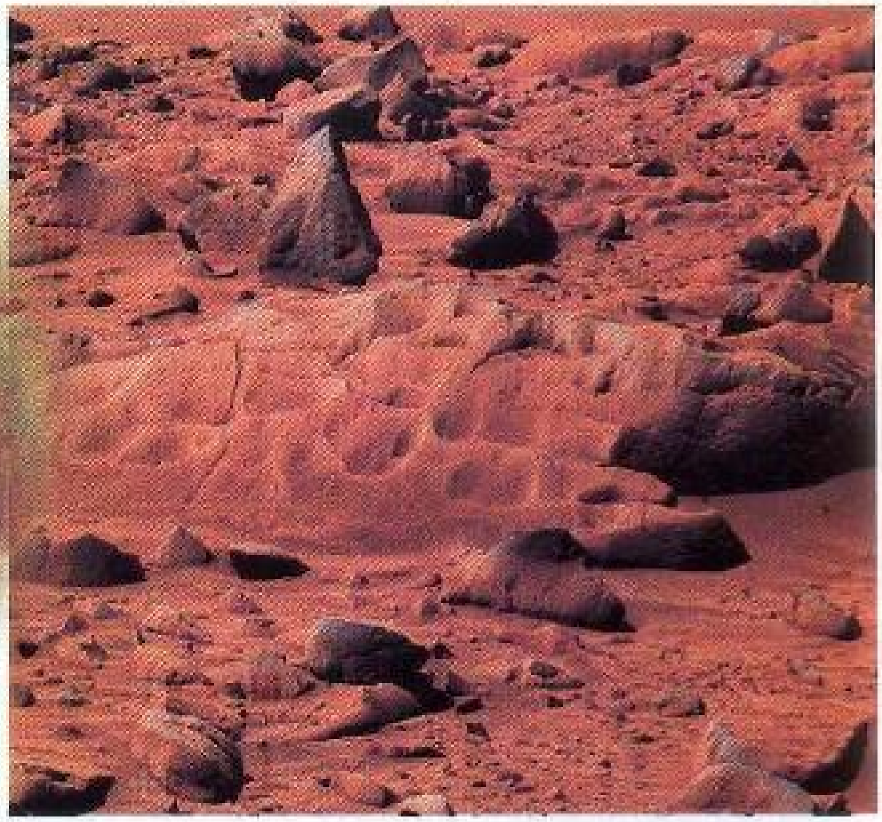
يعتقد أن هذه البقع الداكنة التى تظهر على الجليد القطبى فى الربيع هى بفعل تقلص رقعة الصقيع، إلا أن بعض العلماء يعتقدون أنها كائنات ميكروسكوبية حية تقوم بتغيير شكلها مع حلول المناخ الدافئ، ذلك لأن البكتريا الحية فى قارة (أنتاركتيكا) على الأرض تصنع أشكالاً مشابهة، وفى المريخ يتغير شكل هذه البقع حتى فى الأماكن التى لا يتقلص فيها الصقيع

طحالب ثلجية على الأرض

تزدهر الكائنات الدقيقة التى تشبه النباتات ـ والتى يطلق عليها اسم الطحالب ـ فى مناطق على الأرض لا تستطيع أية كائنات حية أخرى العيش فيها، فبعضها ينمو فى عيون الماء الساخنة حيث الماء يغلى، والبعض الآخر، مثل طحلب الثلج (كلاميدوموناس نيفاليس)، يعيش فى ظروف قارسة البرودة تشبه بيئة المريخ، ويعتقد الباحثون فى وجود مثل هذه الكائنات البدائية على المريخ.

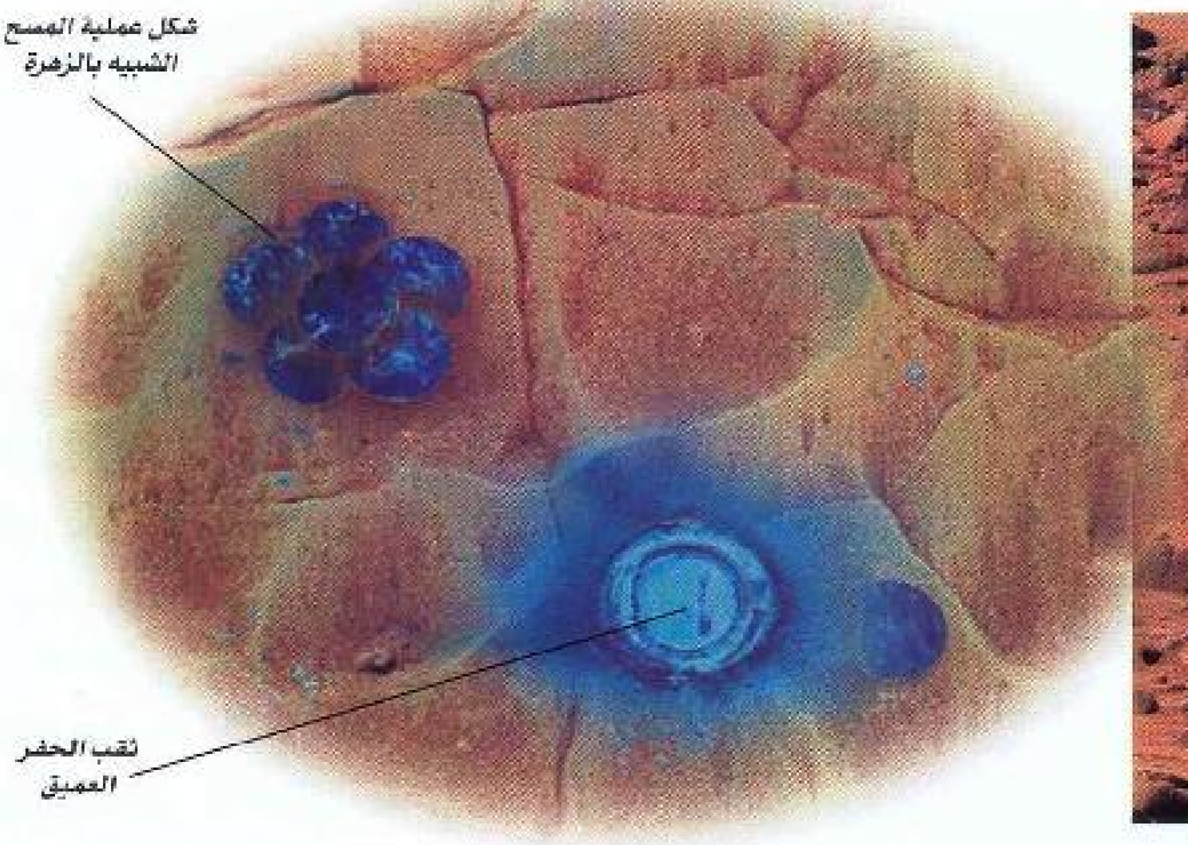
شقوق (ريول فاليس)

تصب قناة (ريول فاليس) الملتوية، والتى صورتها مركبة مارس إكسبريس عام 2004، فى حوض هيلاس، وربما أمكن العثور على كائنات حية فى هذا الأخدود، الذى يعتقد أن المياه قد تدفقت خلاله فيما مضى، وربما توجد حفريات لكائنات ميكروسكوبية فى التربة القابعة فى قاع الأخدود والشقوق الصخرية الموجودة هناك، أو فى التراكمات الجليدية تحت السطح.



صخرة تدعى (مازاتزال)

في يومها الـ 76 على المريخ ـ السول الـ 76 ـ اقتربت سبيريت من (مازاتزال)، وهي الصخرة ذات اللون الفاتح التي يبلغ عرضها مترين (6,6 قدم) وهي الموجودة في هذه الصورة. وبعد دراسة المعلومات الواردة من سبيريت، عثر العلماء على أدلة تشير إلى وجود مياه في هذه الصخرة فيما مضى. أطلق على هذه الصخرة اسم (مازاتزال) نسبة إلى سلسلة الجبال الواقعة بولاية (أريزونا) الأمريكية.



رؤية (مازاتزال) عن قرب

قامت آلة كشط الصخور الخاصة بالطوافة سبيريت بمسح التراب من فوق ستة مواضع على سطح (مازاتزال)، أوجدت عملية المسح شكلاً كالزهرة، مما أفسح مجالاً لاختبارات المقياس الطيفي. كما قامت هذه الآلة أيضًا بالحفر في عمق الصخرة لالتقاط صور ميكروسكوبية، وأظهرت هذه الصور تشققات صغيرةً مما دل على وجود الماء منذ زمن بعيد.

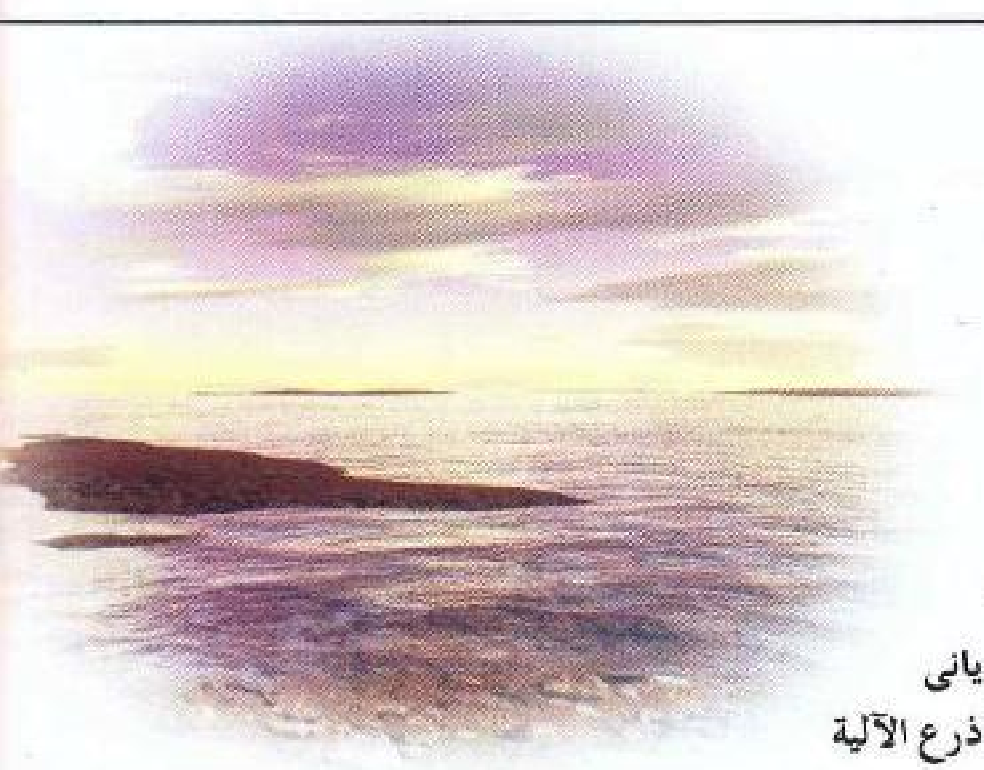
طبقات تشكلت تحت الماء

في السول الحادي والأربعين، استخدمت (أوبرتيونيتي) المصور الميكروسكوبي لالتقاط تفاصيل هذه الصخرة في فوهة (إيجل)، توضح الطبقات ظاهرة (التطبق المقاطع) التي تحدث على الأرض عندما تستقر الرواسب بفعل المياه المتدفقة. وفي هذه الفوهة، عثرت الطوافة على الجاروسيت، وهي مادة معدنية تحتاج للماء كي تتكون.

أشكال (بيرى باول) الصخرية

في السول الثاني والأربعين، اجتازت (أوبرتيونيتي) بروزا صخريًا يصل ما بين صخرة (الكابيتان) وتكوينات صخرية تدعى (بيرى باول)، وتعنى إناء التوت. كانت هذه الصخور في حجم التوت الأزرق، وتبدو هذه الأشكال الصخرية كما لو كانت قد ترسبت في مياه مالحة. كما عثر على معدن الهيماتيت، وهو معدن يتكون عادة في وجود ماء. وقد وضعنا هذه الصورة (بالألوان الزائفة) لتجعل الصخور تبدو في شكل التوت الأزرق، وذلك باستخدام مرشحات الأشعة تحت الحمراء، والضوءين الأخضر والبنفسجي.

طوافات المريخ وصخوره



أطلقت (ناسا) مركبتين لاستكشاف المريخ في منتصف عام 2003، حملت كل من المركبتين طوافةً مطابقةً للأخرى، وصفت هاتان الطوافتان بأنهما (جيولوجيا المواقع الآليان)، وأطلق على إحداهما اسم (سبيريت) وعلى الأخرى اسم (أوبرتيونيتي)، وكان الهدف الأساسي من المهمة هو البحث عن آثار لأي نشاط مائي قديم. هبطت (سبيريت) على فوهة (جوسيف) في الرابع من يناير عام 2004، بينما هبطت (أوبرتيونيتي) على الجانب الآخر من الكرة المريخية في منطقة «ميريدياني بلانوم» في الخامس والعشرين من يناير. بدأت المعدات المحمولة على الأذرع الآلية للطوافتين تثقب الصخور وقامت بالتقاط أول صور ميكروسكوبية على المريخ. سارت كل طوافة آلاف الأمتار حول موقع هبوطها، ونجح البحث عن دليل وجود الماء نجاحًا مذهلاً، حيث تم اكتشاف مواد معدنية تتكون غالبًا في المياه الجوفية. وقد عثرت (أوبرتيونيتي) على صخور رسوبية ظلت مغمورةً لوقت طويل في مادة سائلة (غالبًا مياه)، وبذلك ازدادت ثقة العلماء في احتمال وجود حياة على المريخ فيما مضى.

موقع الهبوط: قاع بحر جاف

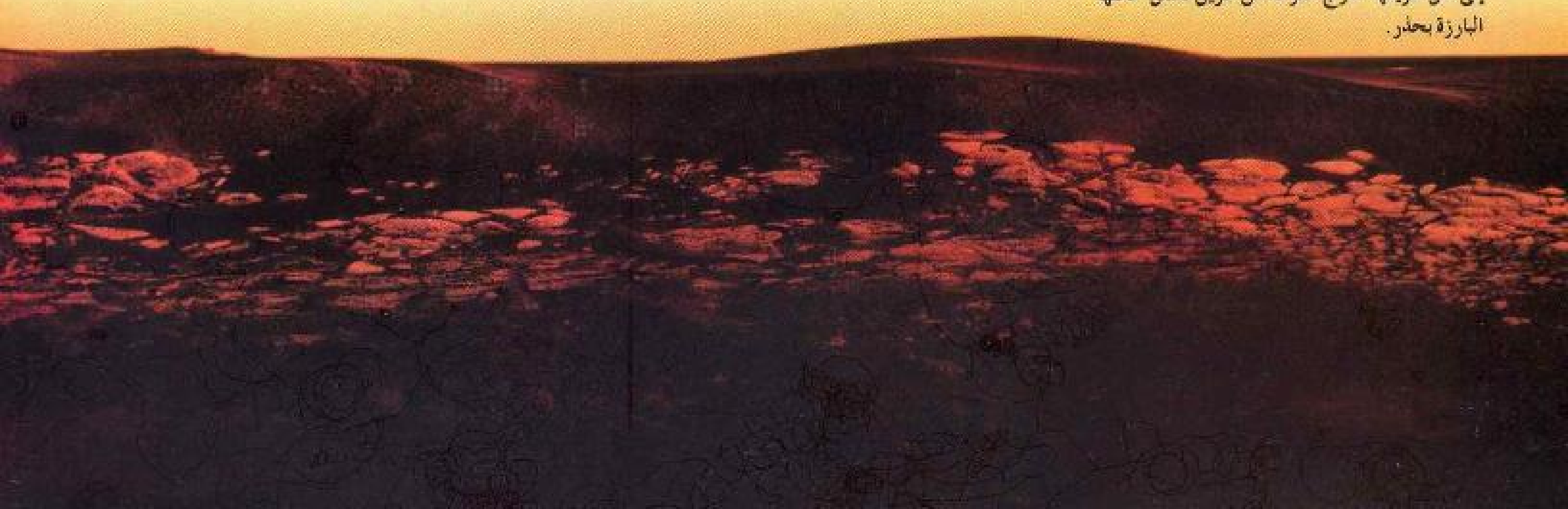
هبطت (أوبرتيونيتي) فوق منطقة (ميريدياني بلانوم)، وهي من أكثر مناطق المريخ انبساطًا وربما كان هذا السهل المرتفع يومًا أحد البحار الضحلة المالحة كما هو موضح في هذه الصورة.

جيولوجيان آليان

(سبيريت) و(أوبرتيونيتي) هما عبارة عن طوافتين مزودتين بست عجلات، تصل سرعتهما إلى 300سم (120 بوصة) في الدقيقة، ويبلغ طول كل منهما 1,6 متر (5,2 قدم) وتزن 174 كجم (384 رطلاً)، وهما عبارة عن معملين جيولوجيين متنقلين مثاليين. تحمل كل طوافة كاميرا بانورامية ومقياسًا طيفيًا وجامع تراب مغناطيسيًا، ومن خلال أجهزة الاتصالات اللاسلكية والحاسوبية بالطوافتين تستطيع كل منهما العمل مستقلةً عن مركبة الهبوط الخاصة بها.

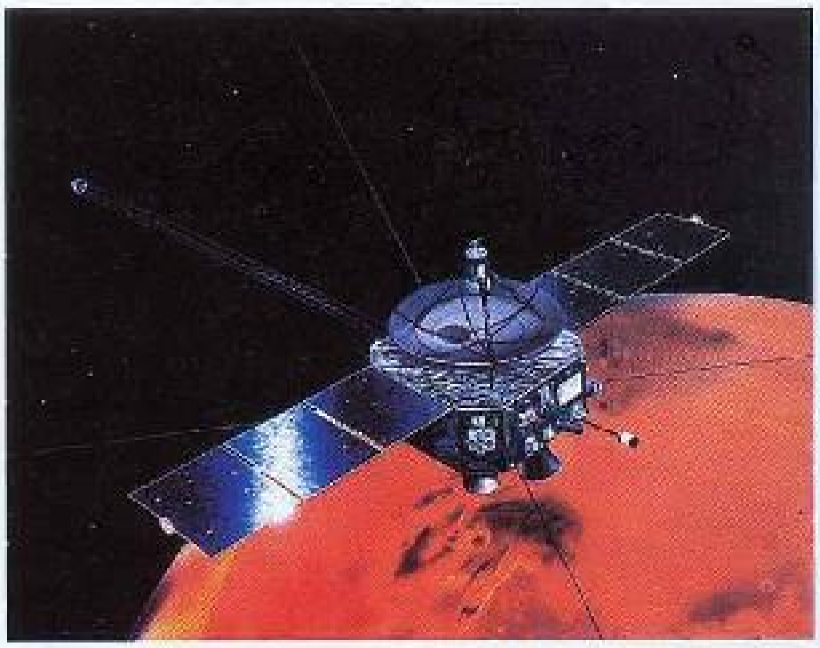
رؤية بانورامية لفوهة (إيجل)

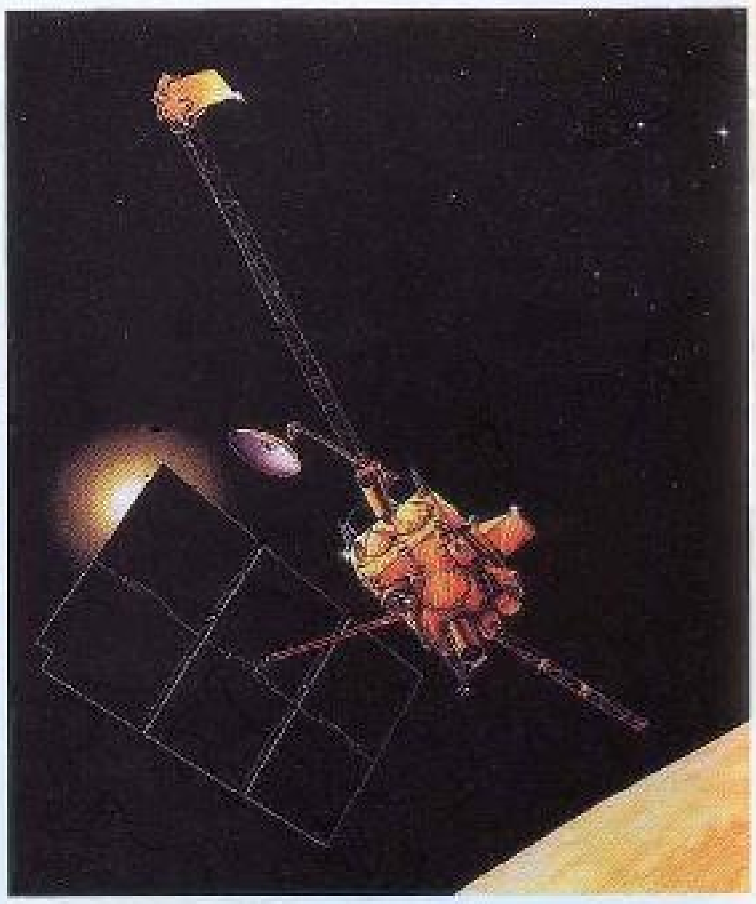
يُظهر معمل الصخور المريخية الخاص بطوافة (أوبرتيونيتي) في هذه الصورة البانورامية لفوهة (إيجل) موقع الهبوط في منطقة (ميريدياني بلانوم). وقد تمت دراسة العديد من الصخور البارزة على قاع الفوهة وجدرانها، وأعطيت أسماءً مثل «الكابيتان» و«بيري باول». وقد اضطرت (أوبرتيونيتي) في النهاية إلى شق طريقها خارج الفوهة عن طريق تسلق حافتها البارزة بحذر.



نوزومي

بدأت سلسلة أخرى من المهمات الفاشلة عام 1998، استهلتها المركبة المدارية اليابانية (نوزومي) والتي كانت مجهزة لدراسة الطبقات العليا من الغلاف الجوي للمريخ. كان ارتفاع المركبة المدارية 0,58 متر (1,9 قدم)، وكانت مزودة بطبق اتصالات وأجنحة من الألواح الشمسية. اتخذت (نوزومي) - والتي تعني «الأمل» باليابانية - مسارات غير مدروسة أدت لاستهلاك عال للوقود، لم تصل المركبة لمدارها حول المريخ، بل دارت حول الشمس.



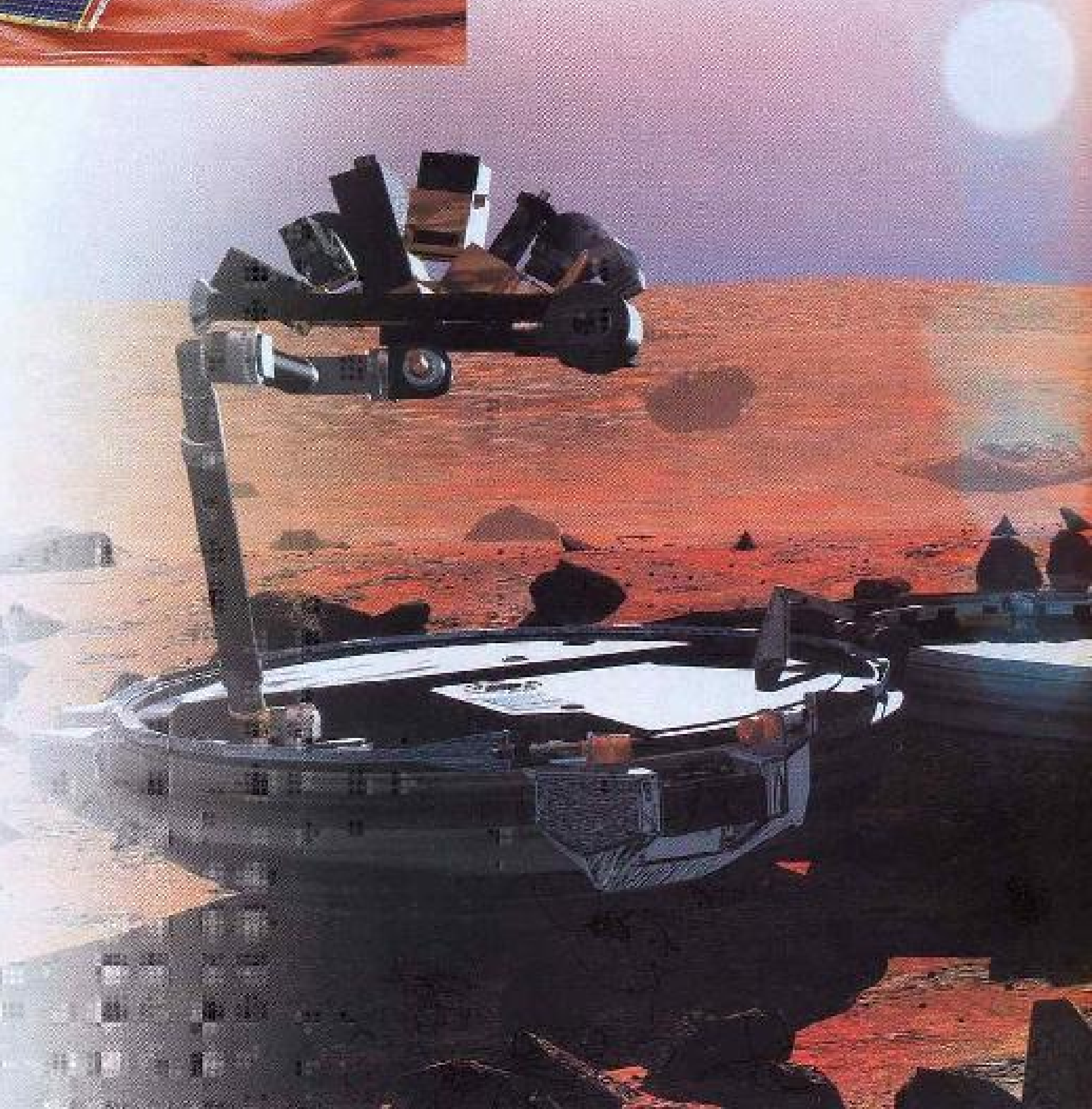


مارس كلايمت أوربيتر

فيما يعد إخفاق آخر للمهمات، أطلقت «ناسا» هذه المركبة عام 1998 كي تعمل مع «مارس بولار لاندر» (انظر أسفل) لدراسة المناخ والغلاف الجوي، إلا أن مراقبي الرحلة خلطوا وحدات القدم والبوصة بوحدات المسافة المترية عند قيامهم بحساب مسار المركبة، وأدى ذلك لاتخاذ المركبة مساراً خاطئاً فاحترقت في الغلاف الجوي للمريخ.

مارس أوبزيرفر

أطلقت «ناسا» مركبة أوبزيرفر في سبتمبر عام 1992، وهي الأولى في سلسلة مهمات تهدف إلى دراسة العلوم الجيولوجية والمناخية على المريخ. تضمنت الأهداف كذلك تحليل مواد السطح والمجالات المغناطيسية. وقد انقطع الاتصال بالمركبة في أغسطس 1993، قبل الميعاد المحدد لدخول المدار بثلاثة أيام، وربما لا تزال المركبة في مدارها حول المريخ أو لعلها تدور حول الشمس.

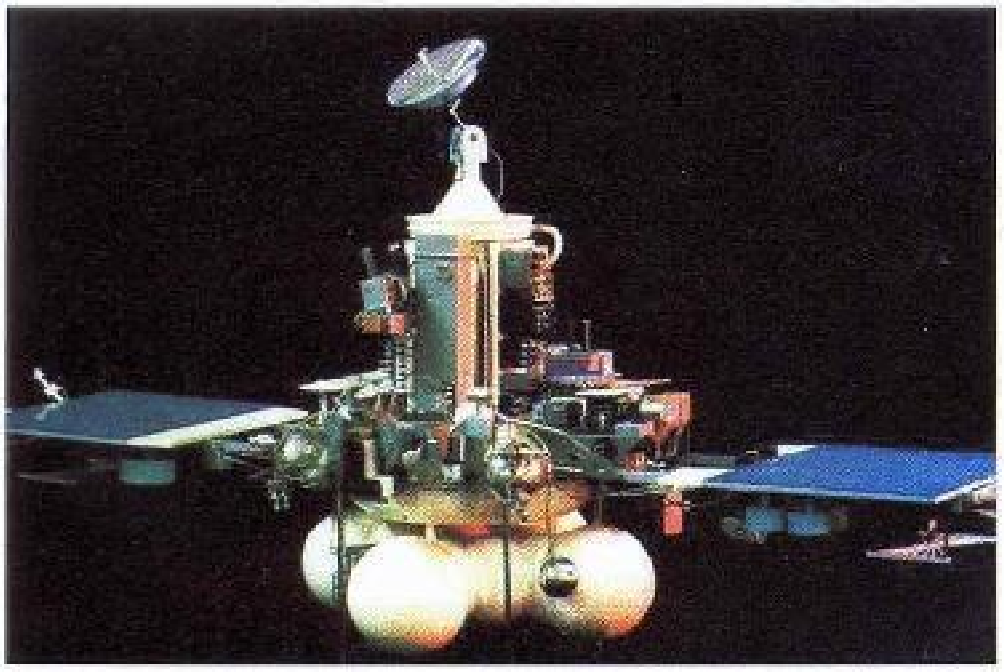


مارس بولار لاندر

أطلقت «ناسا» المركبة (مارس بولار لاندر) في الثالث من يناير عام 1999م، مزودة بأسطوانتين - كما هو موضح أسفل الصورة - صممت هاتان الأسطوانتان لاختراق السطح عند الاصطدام، وكان هدف المهمة هو البحث عن ماء متجمد ودراسة الغلاف الجوي. في الثالث من ديسمبر عام 2000 عندما كانت المركبة على وشك الهبوط انقطع الاتصال، وحاول العلماء - جاهدين - إعادة الاتصال إلا أن مصير المركبة ظل غير معروف.

المهمات الفاشلة

في عام 1960، أطلق السوفييت (مارسنيك 1)، أول مسبار للمريخ، فشل هذا المسبار، ثم فشلت ثماني مركبات سوفييتية بعد ذلك. نجحت المهمة العاشرة في الوصول لمدارها حول المريخ، إلا أن مركبة الهبوط تحطمت، وانتهى البرنامج السوفييتي في عام 1988 بعد ثلاث مهمات ناجحة و15 مهمةً فاشلةً. على الجانب الآخر، أنفذت الولايات المتحدة الأمريكية 16 مهمةً إلى المريخ قبل عام 2004، نجح منها 11 مهمةً فقط. وبوجه عام فقد فشل ما يقرب من ثلثي المحاولات الـ 37 الأولى ـ بما في ذلك واحدة لروسيا، واليابان، ووكالة الفضاء الأوروبية ـ سواء جزئيًا أو كليًا، فقد فشل بعضها في أثناء إطلاقه، بينما وصل البعض الآخر إلى المريخ على الرغم من عدم إنجاز المهمة المطلوبة. ولم تُعرف أسباب فشل كثير من المهمات، وتعتبر مارس إكسبريس التي أطلقتها وكالة الفضاء الأوروبية مثالاً واضحًا على ذلك، فبعد أن وصلت للمدار المحدد لها عام 2004 فقدت الاتصال مع مركبة الهبوط المرافقة لها (بيجل 2).

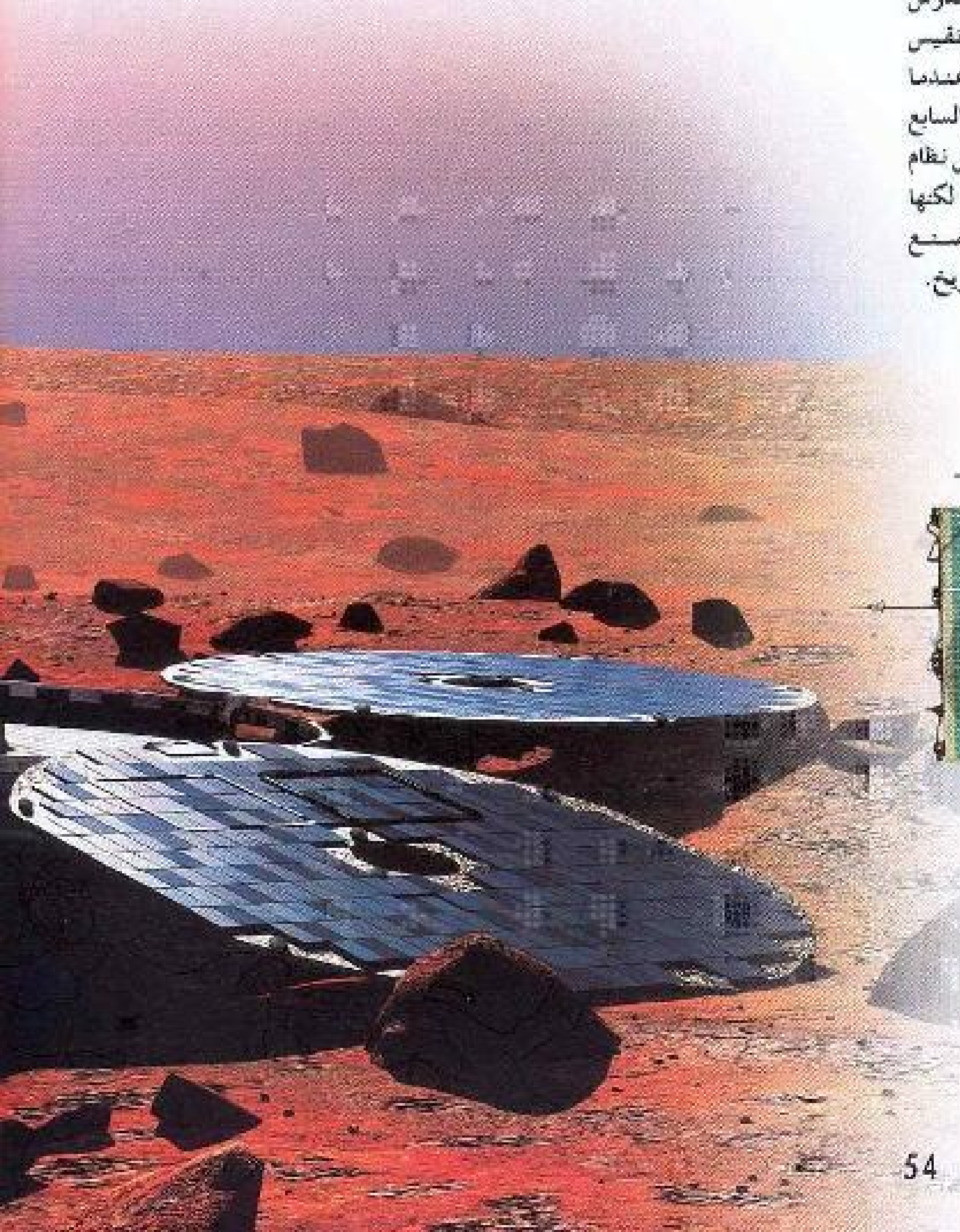


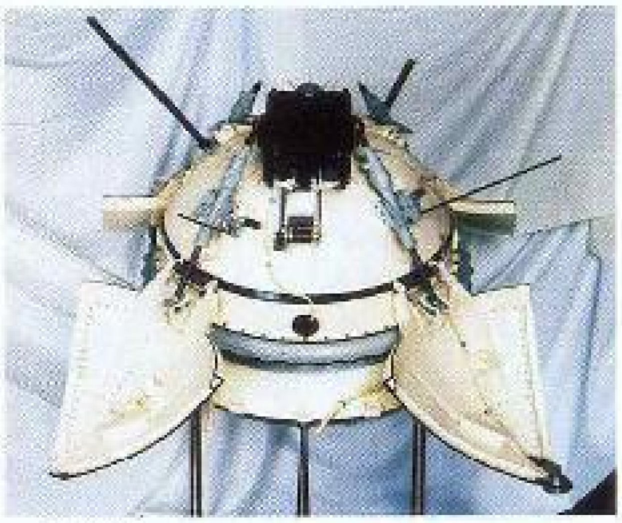
فوبوس 1

أطلق السوفييت مركبتي (فوبوس1) و(فوبوس2) عام 1988 لاستكشاف القمر (فوبوس). فقدت (فوبوس1) كل طاقتها بعد أن تسبب خطأ الكمبيوتر في توجيه الألواح الشمسية بعيدًا عن الشمس، وكان من المفترض أن تقترب (فوبوس2) من القمر بمقدار 50 مترًا (150 قدمًا) ثم ترسل مركبتي الهبوط، إلا أن الاتصال انقطع في اللحظات الأخيرة من المهمة نتيجة عطل في الكمبيوتر.

الخطة الموضوعة لـ (بيجل 2)

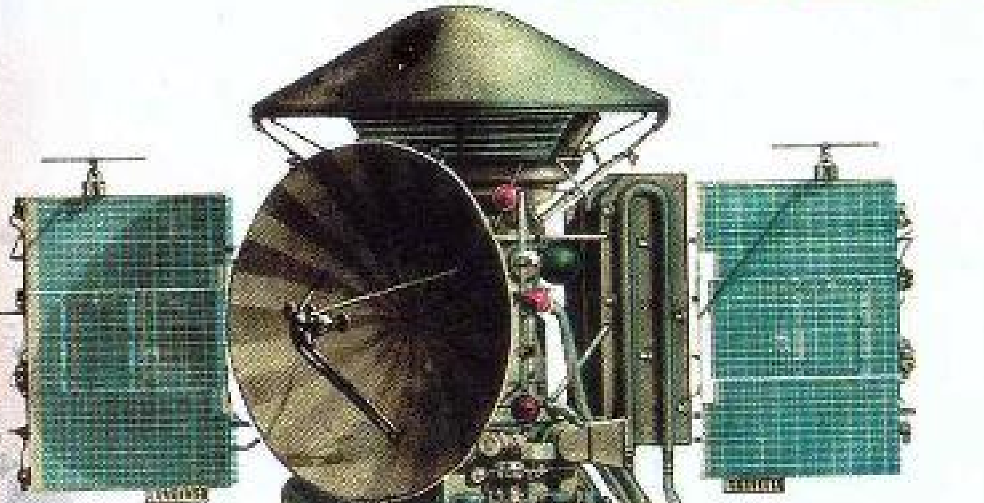
لو كان النجاح حليف المركبة (بيجل 2) ـ مركبة الهبوط المرافقة لـ (مارس إكسبريس) ـ لبدت كما في هذه اللوحة، حيث تصوَّرها الفنان وقد هبطت على منطقة (إيسيديس بلانيتيا)، موضع الإنزال المحدد لها والذي لم تصل إليه في الغالب، ففي 25 من ديسمبر عام 2003، دخلت (مارس إكسبريس) مدارها وبدأت (بيجل 2) هبوطها، لكن الاتصال انقطع ولم تفلح محاولات استعادته ثانية.





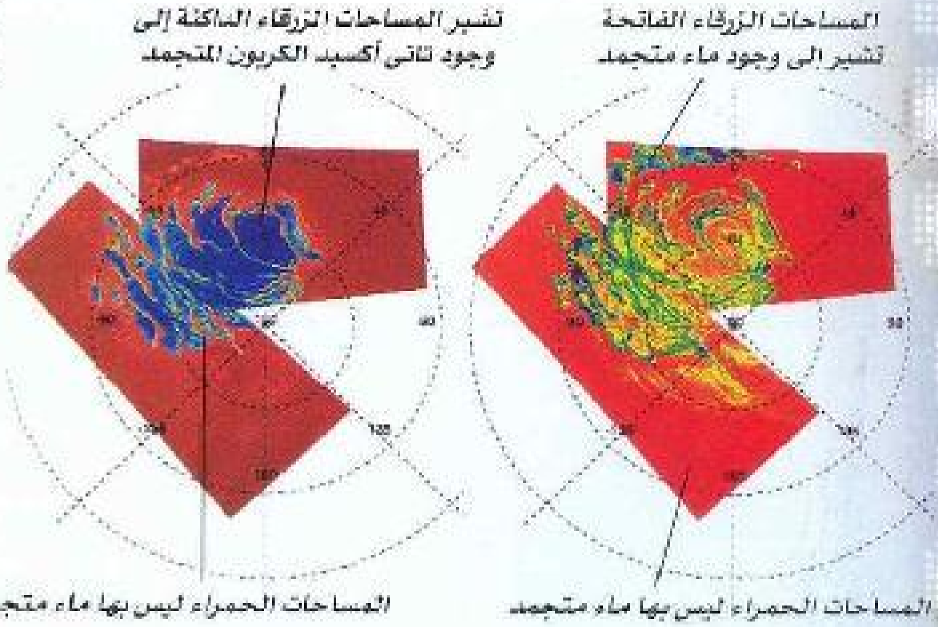
مركبة الهبوط مارس 2

أطلق السوفييت مركبة الهبوط (مارس2) عام 1971 كي تدرس سطح المريخ والسحب وتقيس المجال المغناطيسي، وعندما انفصلت مركبة الهبوط في السابع والعشرين من نوفمبر، تعطل نظام الهبوط وتحطمت المركبة، لكنها أصبحت أول شيء من صنع الإنسان يهبط على سطح المريخ.



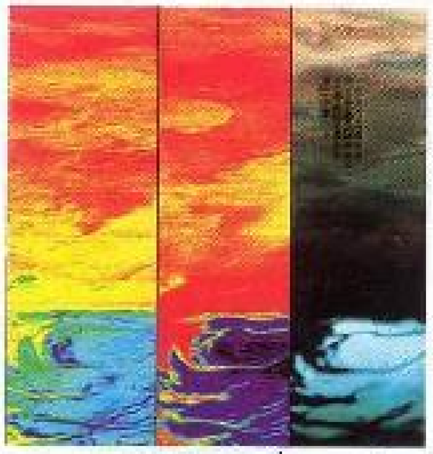
مركبة مارس 3 الفضائية

فشلت مركبتا الهبوط المرافقتان للمركبتين المداريتين مارس 2 ومارس 3 اللتين أطلقهما السوفييت عام 1971، إلا أن المركبتين دخلتا في مداريهما، وقامتا بإرسال معلومات مهمة لمراكز الفضاء السوفييتية على مدى شهور عديدة. وتظهر في الصورة مركبة مارس 3 المدارية ومركبة الهبوط المرافقة لها حيث يصل طولهما معًا إلى 4,1 متر وتزنان 4650 كجم (10,250 رطل) عند امتلائهما بالوقود، وتقع مركبة الهبوط في الأعلى، بينما يقع نظام الدفع في الأسفل، أما الأجنحة فهي عبارة عن ألواح من الخلايا الشمسية.



أوميجا تكتشف ماءً متجمداً

فى مارس عام 2004، أثبت المقياس الطيفى (أوميجا) الخاص بمركبة (مارس إكسبريس) وجود ثانى أكسيد الكربون المتجمد، أقصى اليمين، وماءً متجمدًا، على اليمين، فى المنطقة القطبية الجنوبية؛ وتشير المساحات الزرقاء على الرسم التوضيحى إلى وجود جليد بكثرة، بينما تشير المساحات الحمراء إلى انعدام الجليد. وقد تم برمجة جميع أجهزة (مارس إكسبريس) للبحث عن الماء فى صورة سائل أو بخار أو جليد.



منظـور (أوميجـا)

توضح الصورة ثلاثة مناظر للمنطقة القطبية الجنوبية، على اليسار: ماء متجمد، فى الوسط: ثانى أكسيد الكربون المتجمد، على اليمين: المنطقة كما تبدو للعين المجردة.

المريخ مجسمًا (ثلاثى الأبعاد)

كانت الصور الملتقطة بواسطة الكاميرا المجسمة الملونة (عالية التفريق) من أهم النتائج التى حققتها (مارس إكسبريس)، تنتج هذه الكاميرا صورًا ملونة ثلاثية الأبعاد للأجسام الصغيرة والتى قد يصل حجمها إلى مترين (6,5 قدم)، وربما تقوم هذه الكاميرا يومًا ما بالتقاط صور لمركبة الهبوط المفقودة (بيجل).

الكاميرا المجسمة الملونة عالية التفريق

ألبـور ثـولـوس

تظهر الكاميرا المجسمة أتربة فوهة الرياح وهى تنصب فى فوهة ألبور ثولوس، أحد براكين إليسيوم الخامدة، كما كشفت أجهزة أخرى على متن (مارس إكسبريس) عن وجود غاز الميثان على الكوكب، ويعد هذا دليلاً على استمرار النشاط البركانى، حيث يولد هذا النشاط غاز الميثان.

الطواف فوق (فاليس مارينيريس)

التقطت أول صور مجسمة للمريخ بواسطة الكاميرا المجسمة الملونة عالية التفريق الخاصة بمركبة (مارس إكسبريس)، وذلك فى يناير 2004، ونرى فى هذه الصورة منظرًا لوادى (فاليس مارينيريس) من على ارتفاع 275 كم (170 ميلاً) من السطح والذى يمتد عبر 1700 كم (1056 ميلاً).

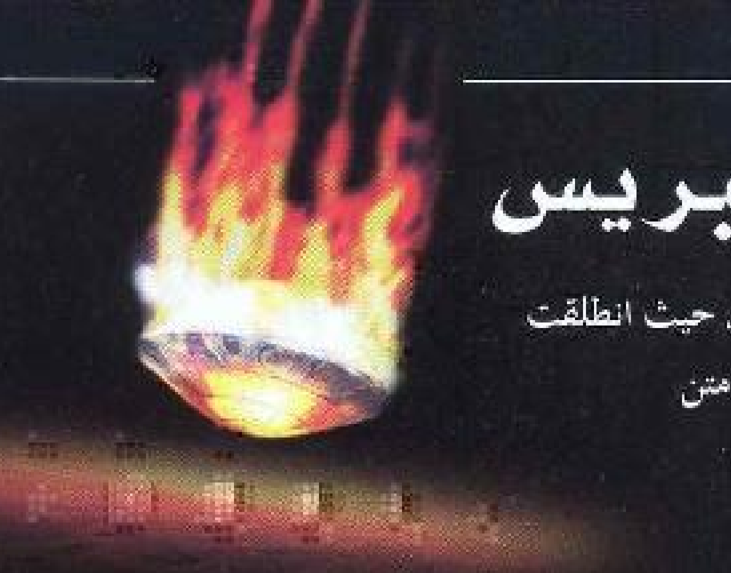
معالم نحتتها المياه

إن الصور التى كشفت عن أحواض الأنهار الجافة والرسوبيات والمعالم المتآكلة فى الجزء الشرقى من (فاليس مارينيريس) تعد دليلاً واضحًا على وجود الماء السائل بوفرة على الكوكب فى الأزمنة الغابرة.

المركبة الأوروبية مارس إكسبريس

أنفذت وكالة الفضاء الأوروبية مهمتها الأولى نحو المريخ فى يونيو عام 2003، حيث انطلقت المركبة (مارس إكسبريس) من قاعدة «بايكونور» الفضائية فى كازاخستان على متن الصاروخ الروسى سويوز فريجات، مكونة من مركبة مدارية ومركبة هبوط.

كان من ضمن أهداف مركبة الهبوط (بيجل 2): التقاط صور عالية التفريق ورسم خريطة خواص معدنية ودراسة الغلاف الجوى، وكذلك دراسة جيولوجية المريخ وكيمياء طبقاته، كما زودت بأجهزة للبحث عن آثار حياة سالفة، لكن لسوء الحظ، توقفت (بيجل 2) عن إرسال أية إشارات فى 19 ديسمبر 2003، وذلك بعد إطلاقها مباشرةً، اعتبرت المركبة مفقودةً، إلا أن المعدات المتقدمة الموجودة على متن المركبة المدارية أرسلت معلومات لا تقدر بثمن، فقد وجدت أدلة على وجود الماء المجمد وعلى نشاط مائى سالف.



الهبوط عبر الغلاف الجوى

توهج الدرع الحرارية لمركبة الهبوط (بيجل 2) فى هذه اللوحة التى تصور هبوطها على إيسيديس بلانيتيا. أما فى المهمة الفعلية، فقد انقطع الاتصال بالمركبة بيجل 2 واعتبرت مفقودة.

الإكسبريس والدافع

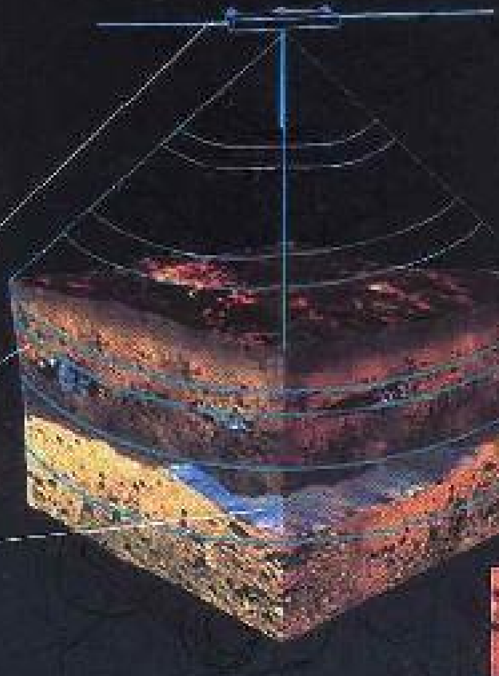
انفصل صاروخ الدفع (سويوز) بعد أن وضع مركبة (إكسبريس) فى مدارها حول الأرض. بعد ذلك ستقوم صواريخ دفع المرحلة الثانية فريجات والموجودة أسفل المركبة بدفعها فى المسار المحدد نحو المريخ.

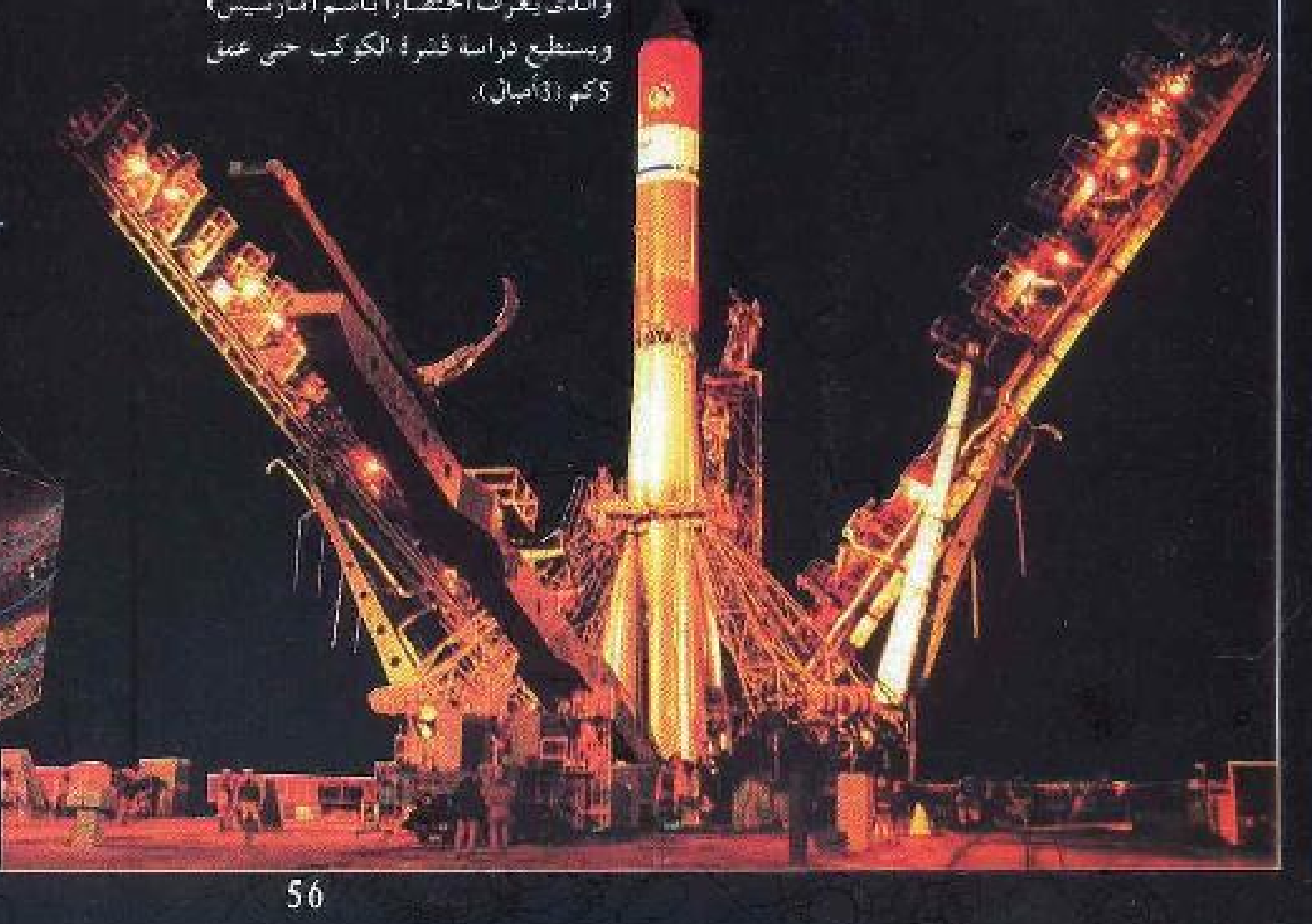
فى المدار

تظهر المركبة (مارس إكسبريس) على اليسار وقد امتدت أذرع الهوائيات التى يبلغ طولها 40 مترا (130 قدما). وتأتى هذه الهوائيات ضمن أجهزة رادار المريخ المتقدم لتفحص الأسطح السفلية والغلاف الأيونى المريخى، والذى يعرف اختصارا باسم (مارسيس) ويستطيع دراسة قشرة الكوكب حتى عمق 5 كم (3 أميال).

البحث عن ماء

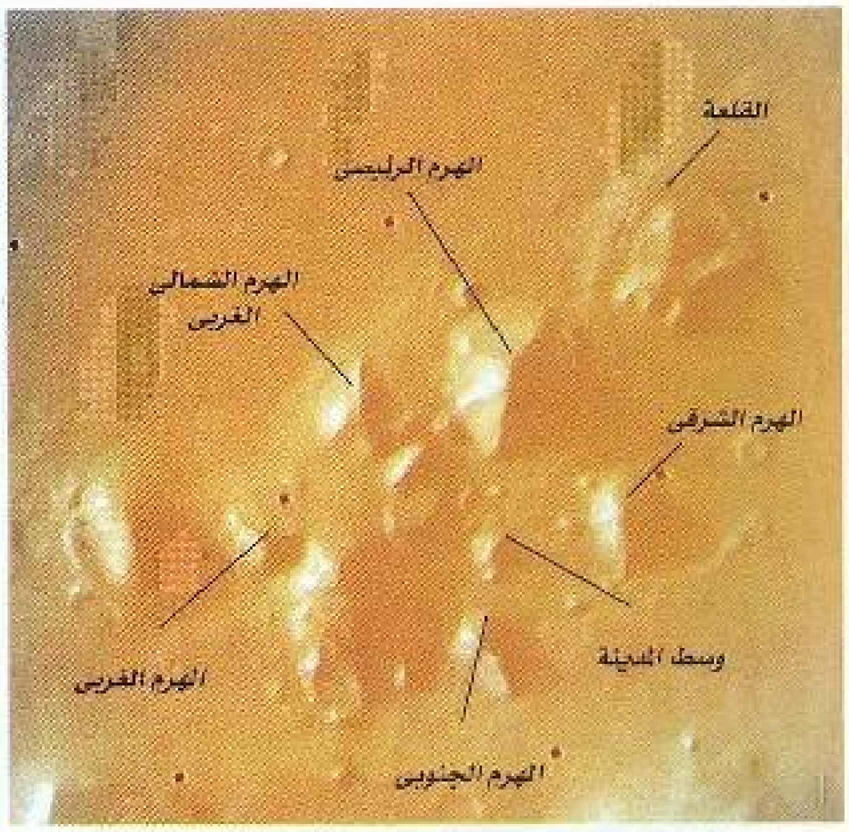
تخترق الموجات الرادارية المنبعثة من أجهزة مارسيس قشرة المريخ وتحلل المواد المختلفة، فتكشف الموجات المنعكسة معلومات عن تكوين أعلى طبقة من القشرة المريخية. ولقد كان الهدف الأساسى هو البحث عن مياه جوفية سائلة فى الأعماق.





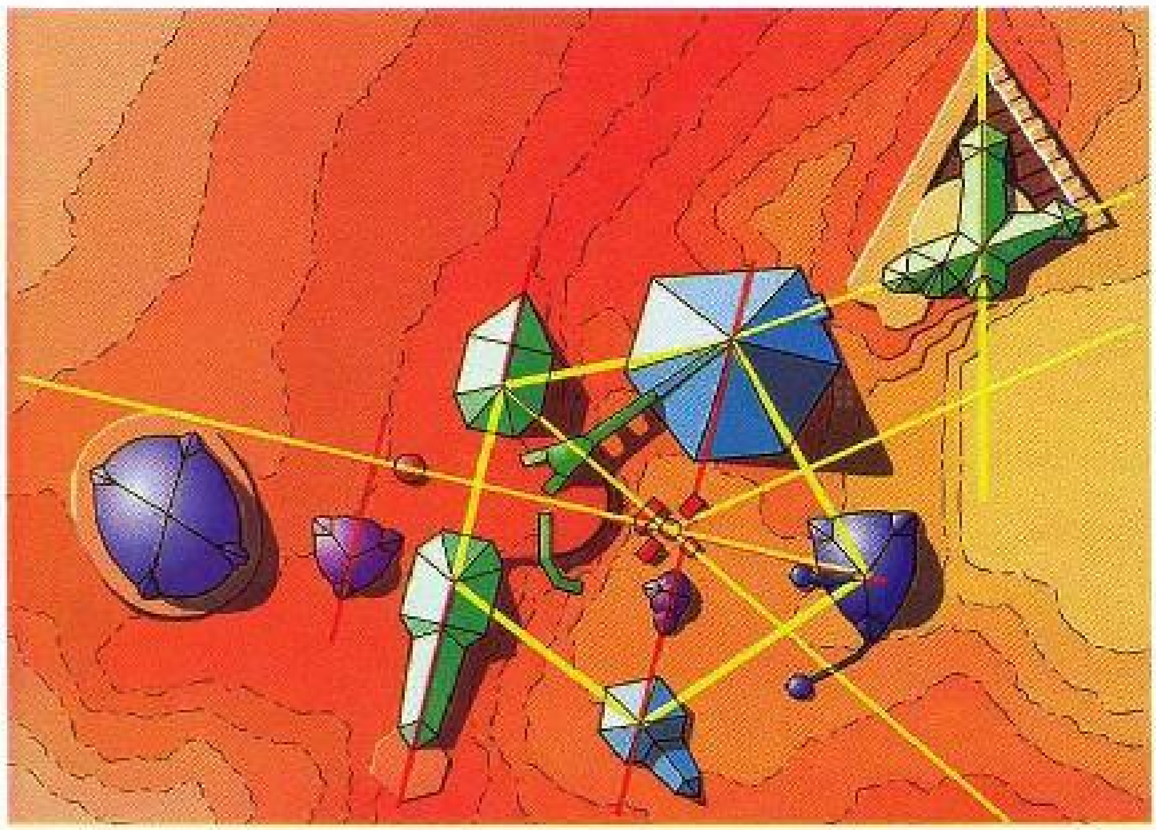
إعداد سويوز

الصاروخ (سويوز) وهو يتجهز للانطلاق من على منصة (بايكونور). استعانت وكالة الفضاء الأوروبية بالتكنولوجيا الروسية لتطلق مركبة (إكسبريس) نحو المريخ. طارت المركبة بسرعة قدرها 10800 كم/ساعة (6710 أميال/ساعة) فى رحلة استغرقت ستة أشهر.



مدينة الأهرامات المفقودة

أثار بعض الصور التى التقطتها مركبات فايكنج المدارية عام 1976 لبعض تضاريس المريخ خيال الأشخاص المهووسين بكل ما هو غريب وغامض، فقد اعتقد بعضهم أن هذه الهضاب والمرتفعات فى منطقة (سيدونيا) بالقرب من (أسيداليا بلانيتيا) هى أطلال المعابد والقلاع والأهرامات لمدينة قديمة، وقورنت هذه الصور التى التقطتها (فايكنج) بهذا الرسم على اليسار.

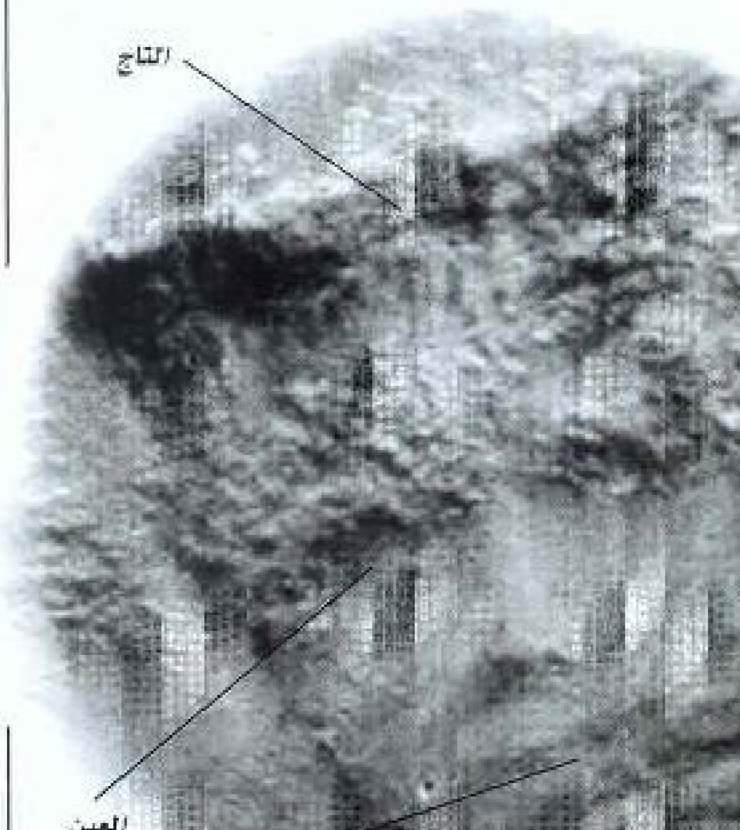


تصور فنان «لمدينة» سيدونيا

أصبحت هذه الأشكال الهرمية الواقعة فى منطقة (سيدونيا) معروفةً لدى المهتمين بألغاز المريخ ـ أى كل ما هو غريب وشاذ، فقد ربط المعمارى الذى رسم هذه اللوحة بين قمم خمسة من الأشكال الهرمية مدعيًا أنها تكون شكلاً خماسيًّا، ادعى البعض أن هذا الترتيب الخماسى للأهرام هو نتاج تخطيط مخلوقات ذكية وأن هذه أطلال مدينة مهجورة منذ زمن بعيد، ويبلغ حجم أكبر هذه الأشكال الهرمية ألف ضعف حجم الهرم الأكبر فى مصر.

رسم الدولفين

يظهر هذا التكوين السطحى من منطقة (سيدونيا) على شكل دلفين إذا قمنا بتفحيص الصور الفوتوغرافية الملتقطة له، فيتشابه بذلك مع العديد من المعالم الأرضية التي صنعها الإنسان، فتوجد على الأرض أشكال قديمة تبدو كأنها صممت كى ترى من على متن الطائرات أو المركبات الفضائية، لكن العلماء يقولون إن أشكال المريخ ما هى إلا تكوينات طبيعية.



نفرتيتى على المريخ

يمكننا رؤية ظل لوجه الملكة الفرعونية المشهورة «نفرتيتى» فى منطقة «فينكلس لاكوس» بالقرب من «سيريا بلانوم»، وقد لونت الصورة الأقرب على اليمين كي يتضح الشكل أكثر، يبلغ عرض الرأس 750 متراً (2500 قدم)، أما غطاء الرأس فطوله 1,6 كم (1 ميل). جدير بالذكر أن الملكة نفرتيتى تولت الحكم فى القرن الثالث عشر قبل الميلاد.

رأس متوج

تثير الصور التى على شاكلة هذا (الرأس المتوج) ـ والتى التقطتها جلوبال سيرفيور ـ اهتمام الأشخاص المتحمسين للصور الغريبة، يبلغ عرض هذا الشكل الواقع بالقرب من منطقة (سيرتيس ماجور) 18 كم (11 ميلاً). إن من يتفحص هذا الشكل بدقة، يجد أكثر من وجه ينظر إليه.

ألغــاز المريــخ

يحاول العلم باستمرار فك ألغاز المريخ: وجود ماء سائل؛ استمرار النشاط البركاني؛ وهل وجدت ـ أو ما زالت توجد ـ حياة على سطح المريخ؟ وقد فكت رموز بعض من هذه الألغاز القديمة التي دامت لقرون، فلا توجد حياة ذكية بالشكل الذي نعرفه، ولا توجد قنوات مائية ولا بحار ولا حياة نباتية، إلا أن بعض الصور التي أرسلت من المريخ أظهرت أشياء محيرةً على سطحه: مجموعة من الأهرامات؛ نحت لدولفين؛ ملكة فرعونية؛ ورأس متوج.

وقد أصر بعض الكتاب على أن هذه الأشياء صنعتها مخلوقات فضائية منذ القدم، إلا أن الكاميرات المتطورة عالية التفريق أثبتت أنها مجرد تكوينات جيولوجية طبيعية، ولكن تلاعب الضوء والظلال على هذه التكوينات يجعلها تبدو وجوهًا وأشكالاً حيوانيةً وبنايات من صنع الإنسان.

الوجه الموجود على سطح المريخ

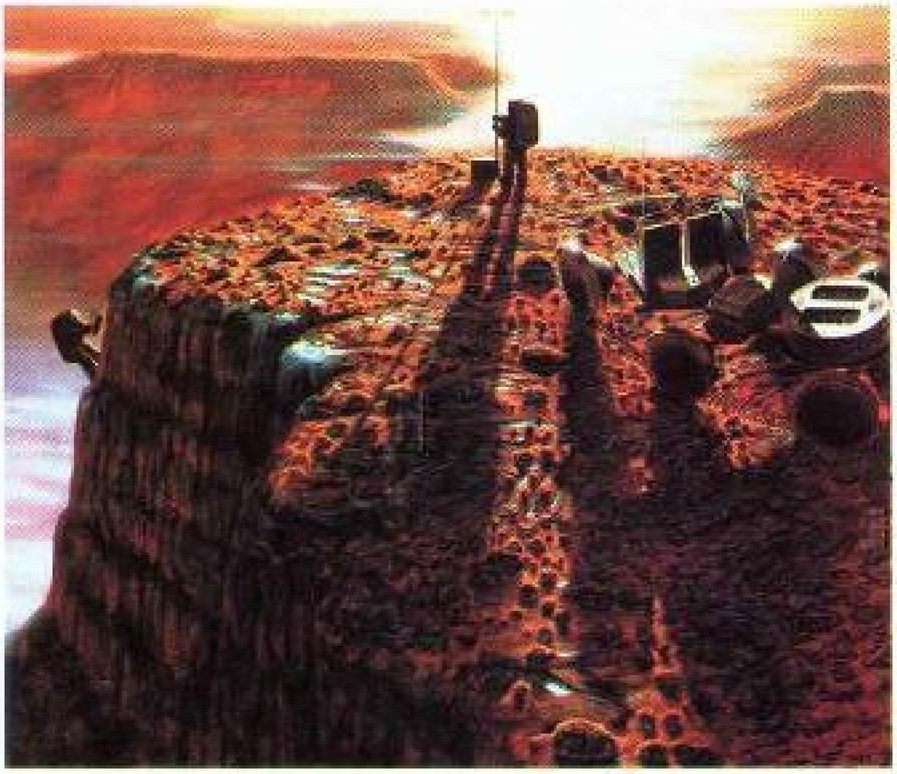
يوجد شكل ما بين الهضاب والمنحدرات الواقعة إلى الغرب من منطقة (أرابيا تيرا) يشبه وجهًا آدميًا، وقد التقطت (فايكنج 1) صورة هذا الشكل عام 1976. واعتبر من إبداع مخلوقات ذكية، فأصبح (الوجه) بعدها حديث البرامج الحوارية والصحافة الصفراء بل موضوع فيلم سينمائي، حتى أخذت (مارس جلوبال سيرفيور) نظرة فاحصة

نظــرة (جلوبــال سيرفيــور)

في عام 2001، التقطت كاميرا المركبة (جلوبال سيرفيور) المدارية صورًا ثلاثية الأبعاد للوجه من على ارتفاع 450كم (280ميلاً)، تبين أن هذا (الشكل الإبداعي) ما هو إلا هضبة طبيعية تآكلت بفعل عوامل التعرية، طول هذه الهضبة 3,6 كم (2,2 ميل) وعرضها 1 كم (0,6 ميل). وكما يظهر في الصورة، تنير أشعة الشمس هذا المنظر من جهة اليسار.

إرسال رحلات مأهولة إلى المريخ

يصبح المريخ في أقرب نقطة للأرض مرةً كل عامين، وتستغرق الرحلة للكوكب في هذه الحالة 180 يومًا فقط، هذه اللحظة ستأتي في سبتمبر من عام 2007، وستكون فرصةً لإرسال رحلة على متنها بشر إلى المريخ، لكن هذا التاريخ سيكون مبكرًا جدًّا على إرسال مثل هذه الرحلة، إذ إن «ناسا» تفكر في إرسال ثلاث مركبات هبوط محملة بالمعدات والمؤن ومركبة لعودة رواد الفضاء، ثم بعد ذلك بعامين، سترسل «ناسا» مركبتي هبوط بمزيد من المؤن، ثم بعد عامين من هذه الرحلة ستقوم «ناسا» بإرسال الطاقم على متن سفينة الفضاء، ويمكن بعد ذلك إرسال رحلات مأهولة كل عامين.



رائد فضاء جيولوجي

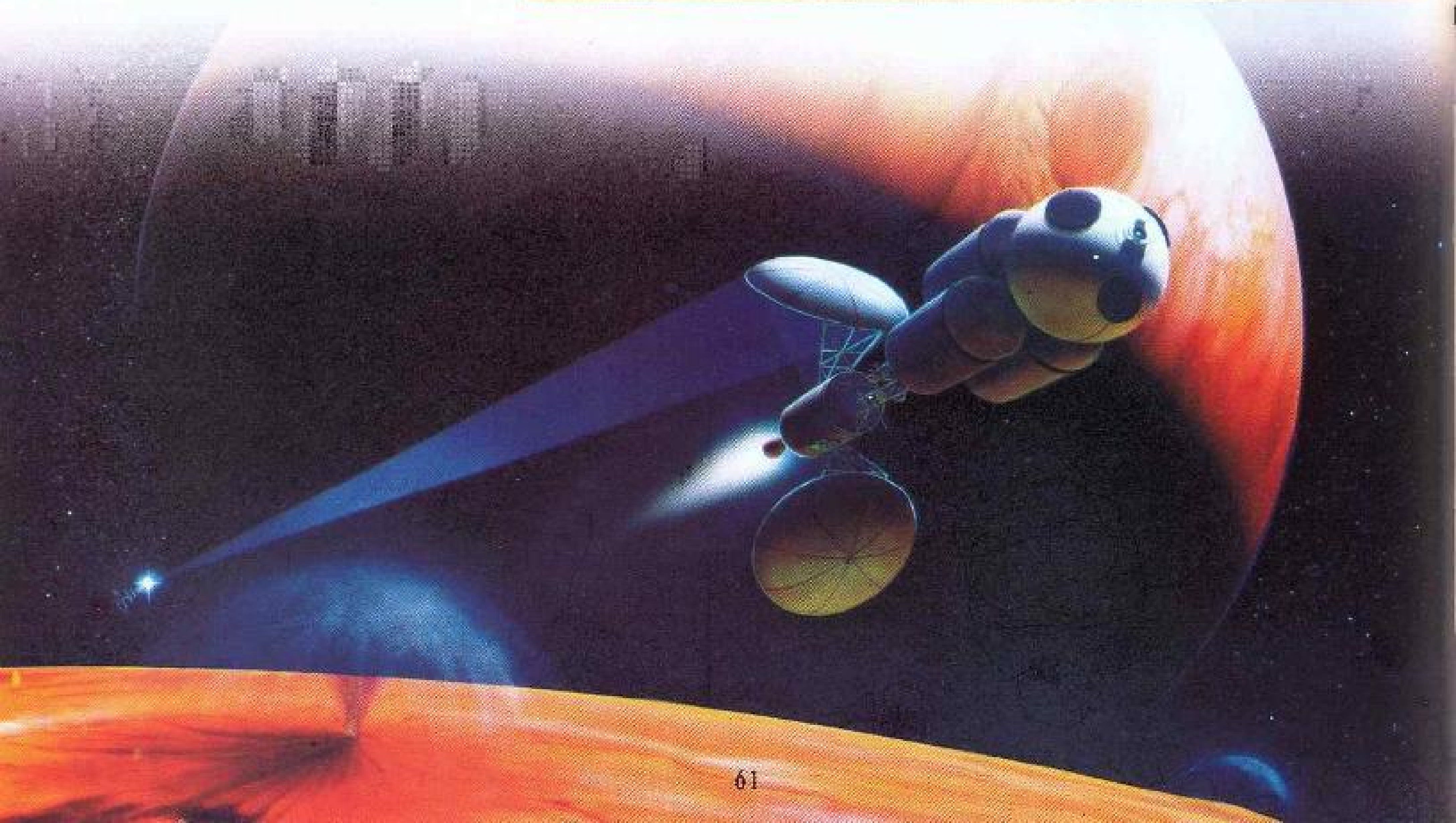
يمكن لرائد الفضاء أن يصل لأماكن لا تستطيع أكثر الطوافات تعقيدًا الوصول إليها، ربما يقوم رواد الفضاء في المستقبل بتسلق المنحدرات الصخرية بحثًا عن عينات أو لدراسة التكوينات الصخرية عن قرب، وتصور هذه اللوحة الفنية رواد فضاء يستطلعون بروزًا صخريًا وصلوا إليه في مركبتهم التي تشبه الطوافة.

قاعدة على المريخ

ستكون وحدة النقل هذه التي ستقل الطاقم مكانًا لإقامتهم في أثناء وجودهم على المريخ، ستمدهم الألواح الشمسية بالطاقة، ويمكن لرواد الفضاء التنقل في طوافات كبيرة الحجم، ستدوم الإقامة القصيرة على المريخ لمدة من 30-90 يومًا، أما الإقامة الطويلة فقد تمتد إلى 600 يوم.

سفن الفضاء المستقبلية

ربما تقوم المحطات المدارة بالليزر في المستقبل بدفع سفن الفضاء في كل أنحاء المجموعة الشمسية، كما توضح الصورة التي رسمت لـ «ناسا» هذه الفكرة، حيث يتصل هوائي طبق الاتصال الخاص بالمركبة بشعاع ليزر يمده بالطاقة. صممت هذه المركبة بناءً على دراسات قامت بها «ناسا»، ولكن المركبات المستقبلية ربما تبدو مختلفةً عن تلك التي في الصورة، وذلك لأن المعدات والتكنولوجيا المستخدمة تتغير بسرعة فائقة.



الاستكشافات المستقبلية

فى السنوات المقبلة، ستقوم إحدى المركبات المدارية التابعة لوكالة «ناسا» بإرسال طائرة صغيرة لتحلق على ارتفاع منخفض فوق المرتفعات الجنوبية، وتتكاتف عدة منظمات أوروبية مع وكالة الفضاء الأمريكية «ناسا» لوضع خطط لإنفاذ مهمة (نتلاندر)، وفى عام 2008، ستهبط مركبة الهبوط (فينيكس) ـ العنقاء ـ التابعة لـ«ناسا» على المنطقة القطبية الشمالية، والفينيكس ـ أو العنقاء ـ هو طائر أسطورى يبعث من بين الرماد، وفى هذه الحالة فإن الفينيكس ستبعث من مركبة الهبوط (مارس بولار لاندر) التى فقدت عام 1999 . كما تناقش الوكالات الفضائية الدولية إمكانية وضع قمر صناعى للاتصالات يتشاركونه جميعًا فى مهام الاستكشاف الفضائى، ولاتزال بعض الخطط قيد البحث، والتى تتعلق بإرسال رحلات مأهولة للمريخ وإقامة قواعد دائمة هناك، وربما تستخدم «ناسا» الطاقة النووية مستقبلاً فى القواعد المريخية وفى الطوافات المريخية مما سيجعل الأجهزة تعمل لمدة أطول من تلك المدة التى تعملها عند استخدام الطاقة الشمسية أو البطاريات.

طائـرة المريـخ

هذه الطائرة الآلية، التى يطلق عليها اسم «إيجل»، هى جزء من برنامج معروف باسم «آريز» أى المسح البيئى الجوى للمريخ على نطاق الإقليم، وبعد إطلاقها من المركبة المدارية، ستحلق هذه الطائرة على ارتفاع 1,5 كم (1 ميل) وستكون مزودة بمحرك صاروخى للحصول على الطاقة. وسوف تتبع مسارًا لمسافة 680 كم (425 ميلاً) فوق المرتفعات الجنوبية وذلك فيما ترسل أجهزتها العلمية ما تجمعه من بيانات. ويصل البُعد بين طرفى جناحيها إلى 6 أمتار (20 قدمًا).

فينيـكس

ستكون مركبة الهبوط (فينيكس) ـ والمقرر وصولها إلى المريخ فى عام 2008 ـ الأولى ضمن سلسلة من مهمات الاستطلاع الصغيرة، والأقل تكلفةً فى برنامج «فاسا» لاستكشاف المريخ، وستكون أول مركبة ترسل معلومات مباشرةً من المنطقة القطبية. كان من المقرر إطلاق (فينيكس) عام 2001، لكن تم إلغاء الرحلة بعد فقدان المركبة (مارس بولار لاندر).

نتلاندر على سطح المريخ

تتمثل مهمة (نتلاندر) فى فحص كل من الغلاف الجوى وباطن المريخ، وستقل (نتلاندر) أربع مركبات هبوط منفصلة، وتظهر إحداها فى هذا الرسم، ستهبط كل منها على موقع مختلف، كما تحتوى كل مركبة هبوط على معدات لدراسة الغلاف الجوى ومعالم باطن المريخ والمجالات المغناطيسية.

معمـل متحـرك

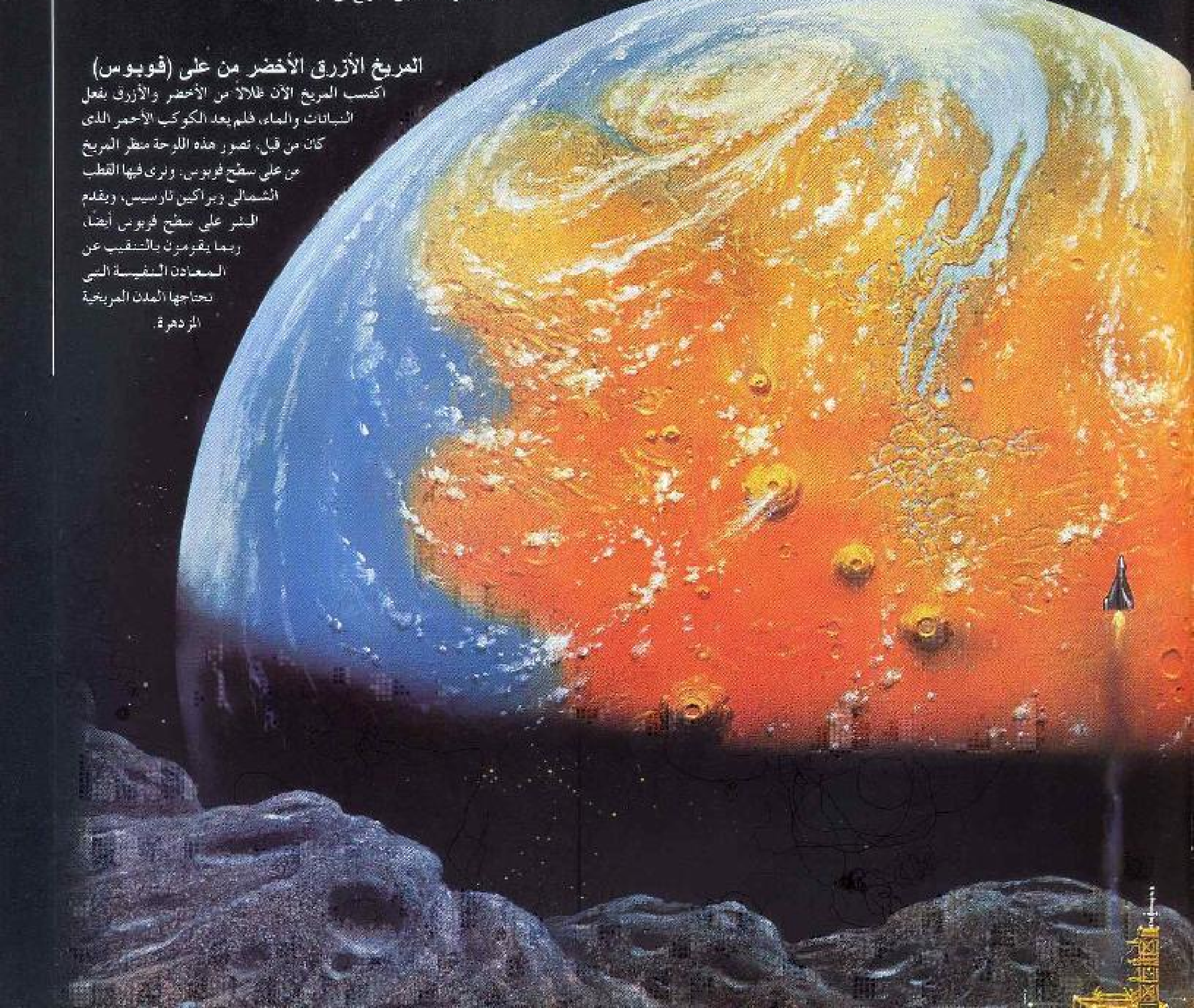
يسير (مختبر المريخ العلمى) التابع لـ«ناسا» عبر أخدود مريخى فى هذا التصور الفنى لطوافات المستقبل. سيقوم مختبر المريخ العلمى ـ المقرر وصوله عام 2010 ـ بتحليل عينات الصخور والتربة، وتدرس «ناسا» إمكانية استخدام الطاقة النووية لإمداد المختبر بالطاقة، الذى سيكون أكثر تقدمًا بكثير من الطوافات السابقة.

صوبة على شكل قبة حيوية

يقوم الباحثون بدراسة (قباب حيوية) معزولة بإحكام كتلك المقامة فى مدينة «تكسون» بولاية (أريزونا) الأمريكية، أقيمت هذه الصوبة المصنوعة من الزجاج والفولاذ كي تمثل نظامًا بيئيًا قائمًا بذاته وقد حاول السكان داخلها زراعة طعامهم وتربية ماشيتهم كما حاولوا الحصول علي الأكسجين. وقامت «ناسا» بدعم برامج جامعية متخصصة فى دراسة تصميمات القباب الحيوية التى تصلح على سطح المريخ.

فريق معاينة لعملية تعديل السطح

تصور هذه اللوحة فريقًا من مستعمرى المريخ وهم يفحصون شقًا صخريًا نمت عليه مظاهر حياة جديدة، ويعود الفضل فى ذلك إلى سنوات من العمل فى مجال الهندسة الكوكبية، فقد زاد الضغط الجوى فلا يحتاج سكان المريخ سوى ملابس خفيفة وقناع ؛ بدلا من بدلة الضغط المزودة بخوذة والتى يحتاج إليها من يذهب إلى المريخ فى الوقت الحالى.



المريخ الأزرق الأخضر من على (فوبوس)

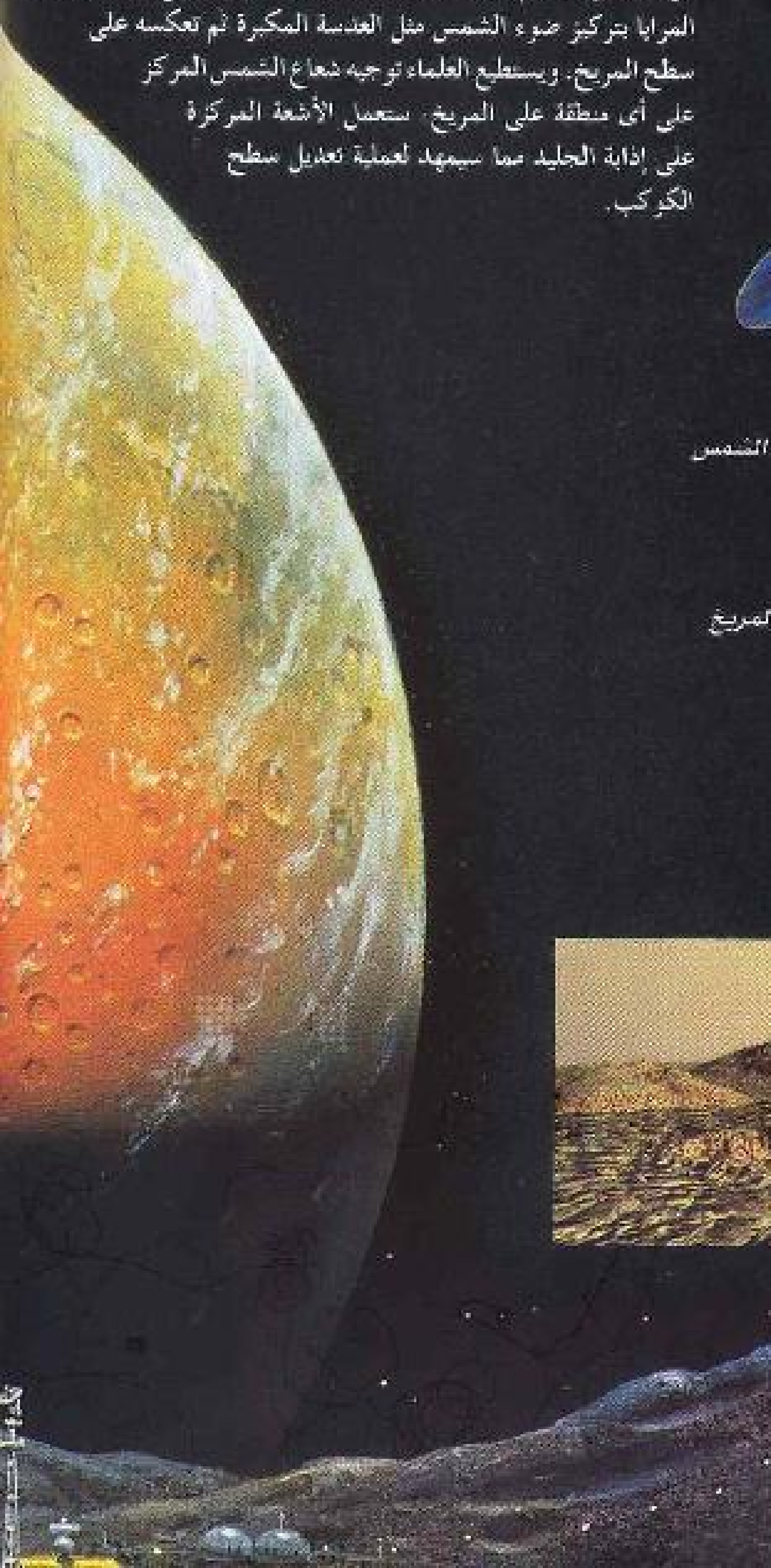
اكتسب المريخ الآن ظلالاً من الأخضر والأزرق بفعل النباتات والماء، فلم يعد الكوكب الأحمر الذى كان من قبل. تصور هذه اللوحة منظر المريخ من علي سطح فوبوس. ونرى فيها القطب الشمالي وبراكين تارسيس، ويقدم البشر على سطح فوبوس أيضًا، وربما يقومون بالتنقيب عن المعادن النفيسة التى تحتاجها المدن المريخية المزدهرة.

استعمار المريخ

ستبدأ الرحلات التى تقل بشرًا إلى المريخ بمجرد أن تنجح وكالات الفضاء العالمية فى إنزال مركبة على المريخ ثم إطلاقها لتعود للأرض بأمان. سيقيم رواد الفضاء الأوائل فى معسكرات صغيرة معتمدين على المؤن القادمة من الأرض، وسيعملون على بناء بيئة كوكبية آمنة كما يطلق عليها العلماء، وسيلى ذلك مرحلة الاستعمار، إلا أن المجتمعات الدائمة على المريخ ينبغى أن تقام داخل (قباب حيوية)، وهى أماكن معزولة تستطيع النباتات أن تنمو فيها، كما يتم ضخ الهواء النقى إليها، ويعمل الباحثون حاليًا على تطوير تكنولوجيا عزل الهواء وذلك بغرض استخدامها فى عمل قباب حيوية على المريخ فى المستقبل. بعض العلماء يذهب لأبعد من ذلك فيتصور إمكانية (تعديل) المريخ هندسيًا لجعله مشابهًا لبيئة الأرض، وتعرف هذه العملية باسم "terraforming" (التأريض)، سيغير هذا مناخ المريخ تمامًا مما سيتيح للأجيال المستقبلية من البشر أن تعيش وتتنفس على سطح المريخ، أى سيصبحون مريخيين.

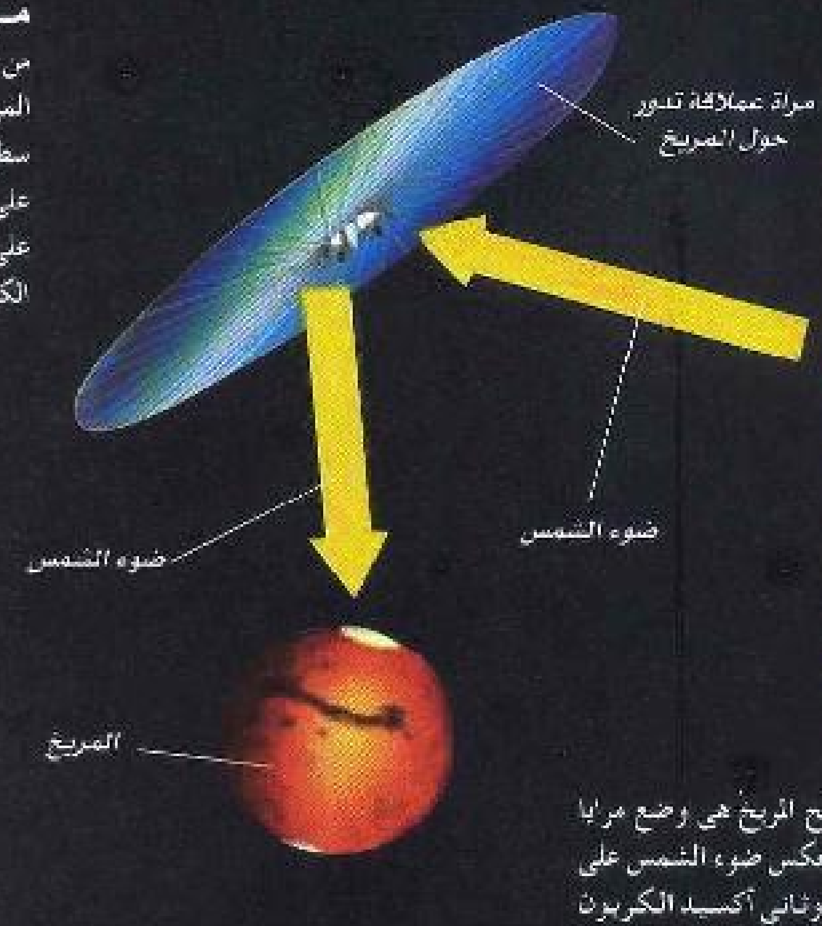
إلى المريخ

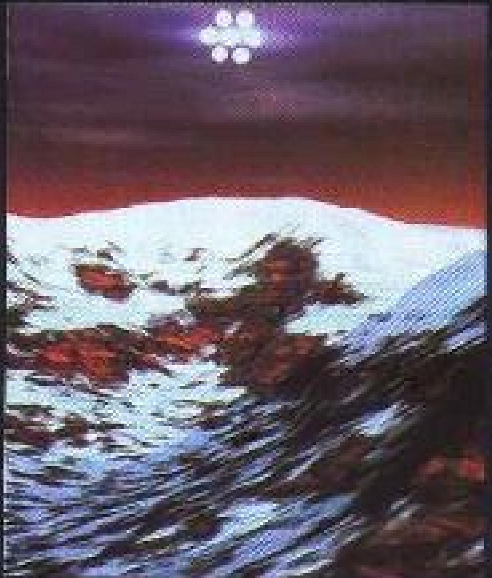
صنع هذا الملصق على يد بعض المتحمسين الذين يحلمون بالركوب على متن سفينة فضاء سياحية للمريخ، ويصور الملصق إعلانًا عن مغامرة سياحية للمريخ. عندما يصل هؤلاء السياح للمريخ سيقومون بتفقد البراكين وسيسكنون فى صوبات فاخرة. كما سيقوم هؤلاء السياح بالتنقيب عن النيازك، وربما قاموا برحلات استكشافية للكواكب الخارجية.



مرآة فى مدار

من الممكن تصميم مرايا عاكسة لتتخذ مدارًا حول المريخ، ستقوم هذه المرايا بتركيز ضوء الشمس مثل العدسة المكبرة ثم تعكسه على سطح المريخ. ويستطيع العلماء توجيه شعاع الشمس المركز على أى منطقة على المريخ. ستعمل الأشعة المركزة على إذابة الجليد مما سيمهد لعملية تعديل سطح الكوكب.





المرايا تذيب الجليد

إحدى الأفكار المقترحة لإجراء عملية تعديل سطح المريخ هى وضع مرايا عملاقة فى مدار حول الكوكب. يمكن للمرايا أن تعكس ضوء الشمس على سطح الكوكب مما سيؤدى إلى ذوبان الماء وثانى أكسيد الكربون المتجمدين. وتعمل مجموعة المرايا الموضحة بالصورة على تدفئة منطقة القطب الجنوبى. ستنتج عن هذه العملية كمية من الغازات والبخار مما سيزيد من سمك الغلاف الجوى ويحسنه.

هندسة التغيير المناخى

تبين هذه اللوحات المراحل الثلاث لعملية «تعديل» سطح المريخ، بدءًا من صحراء قاحلة، مرورًا ببيئة باردة مليئة بالماء، وتظلها سماء زرقاء مما يدل على أن الغلاف الجوى أصبح أكثر سمكًا، وصولاً إلى المرحلة الأخيرة: أرض مليئة بالخضرة والأشجار والبحيرات، حيث يصبح الغلاف الجوى سميكًا بما يكفى لملء السماء بالسحب.

أسـئـلـة وأجـوبـة

س: هل يدور قمرا المريخ فى نفس الاتجاه؟

ج: نعم، لكن الأمر يبدو مختلفا من على سطح المريخ حيث يبدو أن القمرين يدوران فى اتجاهات مختلفة. فالقمر (فوبوس) يدور ثلاث دورات كاملة حول المريخ فى كل يوم مريخى، مما يعنى أنه يشرق من الغرب ويغرب فى الشرق عند رصده من سطح المريخ. أما «ديموس» فيكمل دورته كل ثلاثة أيام مريخية، فيشرق من الشرق ويغرب فى الغرب.

س: كم مرة يكون المريخ والأرض فى أقرب نقطة من بعضهما؟

ج: فى السابع والعشرين من أغسطس عام 2003، كان المريخ فى أقرب نقطة من الأرض منذ 60000 عام. كانت المسافة بين الكوكبين حينئذ 55,7 مليون كيلومتر (34,6 مليون ميل) وكانت آخر مرة اقترب فيها المريخ بهذا الشكل عام 57,617 ق.م.

س: من الذى أطلق اسم «أوليمبس مونز»؟

ج: أطلق الفلكى الإيطالى «جيوفانى شيباريلى» اسم «نيكس أوليمبس» ثلوج الأوليمبس - على هذا البركان، فقد بدا فى منظاره كمساحة بيضاء على سطح المريخ البرتقالى، سمى شيباريلى هذا البركان نسبة إلى جبل الأوليمبس، الموطن الأسطورى لآلهة الاغريق. وفى عام 1971، كشفت الصور التى التقطتها (مارينر 9) أن هذه المساحة عبارة عن بركان، فأطلقت «ناسا» عليه اسم «أوليمبس مونز» أو جبل أوليمبس.

المركبة المدارية اليابانية «نازومى»

س: هل برامج الفضاء الخاصة بالولايات المتحدة وأوروبا هى الوحيدة التى أرسلت مركبات قرب المريخ فى السنوات الأخيرة؟

ج: لا، فالبرنامج اليابانى الآن يشارك كلا من «ناسا» ووكالة الفضاء الأوروبية فى هذا الأمر، فقد أطلق اليابانيون مركبة نازومى عام 1998، لكنها أخفقت بسبب نقص الوقود، فبعد أن صارت على مسافة 1000 كم (625 ميلا) من المريخ تابعت مسيرها، وقد أعيدت برمجتها كى تدور حول الشمس.

س: هل كان على المريخ يومًا مياه وفيرة؟

ج: هناك أدلة على أن المياه السائلة والمتجمدة وبخار الماء كانت موجودة على المريخ منذ 3,9 بليون سنة، وربما كان أحد مصادر البخار هى الينابيع الحارة أو الفتحات البركانية على سطح المريخ.

س: لماذا نبحث عن معلومات عن مناخ المريخ فى الماضى؟

ج: إن معرفة مناخ المريخ فى الماضى تساعد العلماء على اكتشاف ما إذا كان الكوكب احتوى على حياة فى يوم ما أم لا، كان جزء من مهمة المركبة المدارية (مارس كلايمت أوربتر) هو البحث عن آثار المناخ فى الماضى ومعرفة كيف تغير، لكن مع الأسف، تحطمت المركبة عند اقترابها من الكوكب.

المركبة كلايمت أوربتر أثناء اختبارها

أكثريـات المريـخ

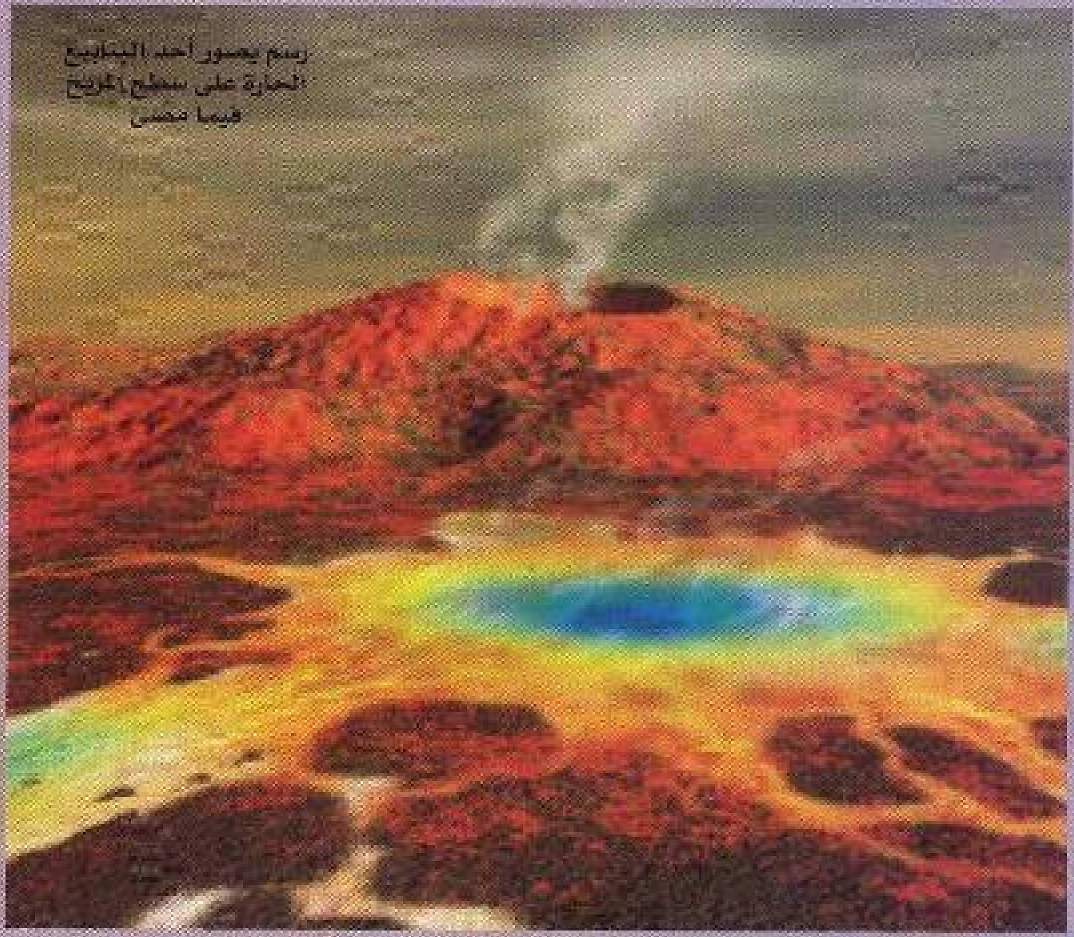
أكثر الكواكب المستهدفة
أطلقت 37 مهمة نحو المريخ حتى عام 2004، معظمها من قبل الولايات المتحدة والاتحاد السوفيتى السابق، ويعتبر الزهرة ثانى أكثر الكواكب المستهدفة فقد أطلقت 25 مهمة فضائية نحوه.

أكثر الكواكب شبهًا بالأرض
إن طول اليوم المريخى هو 24 ساعة و 39 دقيقة، وهو قريب من طول اليوم على الأرض الذى يمتد لـ 23 ساعة و 56 دقيقة، كما أن ميل محور الدوران لكلا الكوكبين متقارب، فمحور الأرض يميل بمقدار 23,4 درجة، ويميل محور المريخ بمقدار 25,2 درجة، وهذا الميل هو الذى يسبب تعاقب الفصول على الكوكبين فيما يدوران حول الشمس.

المريخ الأكثر ارتفاعًا وعمقًا
يعتبر أوليمبس مونز أعلى جبل فى المجموعة الشمسية، حيث يبلغ ارتفاعه 25 كم (16 ميلاً)، كما يعتبر (فاليس مارينريس) أعمق أخدود فى المجموعة الشمسية، حيث يبلغ عمقه 7 كم (4 أميال).

أكثر الأقمار قربًا
يعتبر القمر (فوبوس) أقرب الأقمار من كوكبه ضمن الـ 137 قمرًا فى المجموعة الشمسية، ويعد كذلك أكبر القمرين المريخيين.

أكثر الكواكب احمرارًا
يأخذ المريخ اللون الأحمر البرتقالى بسبب كمية الحديد المؤكسد الكبيرة الموجودة فى تربته، يمكن أن يأخذ الحديد المؤكسد اللون البنى، أو الأصفر، أو البرتقالى أو الأحمر.



رسم يصور أحد الينابيع الحارة على سطح المريخ فيما مضى

هـل تعلـم؟

حقائق مذهلـة

قام الرياضيون والفلكيون البابليون العظماء بحساب مواقع الكواكب والنجوم ورصد تحركاتها بدقة، وذلك في الفترة ما بين 2000 ـ 1600ق.م حفظت بعض حساباتهم التي كتبوها على ألواح من الطين الذي تصلب ليتحول إلى سجلات خالدة.

لوح بابلى من الطين عليه حسابات جبرية وهندسية

غالبًا ما يحتل المريخ المركز الثالث باعتباره أكثر الأجرام سطوعًا في سمائنا بعد القمر والزهرة، لكن في بعض الأوقات الأخرى يأخذه مداره لمسافات بعيدة مما يجعله يبدو خافتًا كالنجم.

إله الفايكنج «تيو» مع دب على لوحة تعود إلى القرن السادس

عبد الفايكنج سكان شمال أوروبا إله الحرب الشرس «تيو»، وقد كرمه الفايكنج بإطلاق اسمه على أحد أيام الأسبوع، (تيوزداى) أو الثلاثاء.

اذا وقفنا على سطح المريخ، فإن شدة سطوع القمر (فوبوس) لا تتعدى واحدًا على عشرين من شدة سطوع قمرنا كما نراه من الأرض، أما القمر الأصغر (ديموس) فيبدو كنجم.

على الرغم من أن حجم المريخ يزيد قليلاً على نصف حجم الأرض، فإن مساحة اليابسة عليه تساوى نظيرتها على الأرض، ذلك لأن أغلب سطح الأرض مغطى بالماء بينما المريخ جاف.

إن الرياح المريخية أقل قوة من الرياح على الأرض، وذلك لأن الغلاف الجوى للمريخ رقيق للغاية، فحتى أعتى الرياح على المريخ والتى قد تصل سرعتها إلى 133 كم/ ساعة (80 ميلا/ ساعة) ليست قوية التأثير، وتكون أغلب الرياح على المريخ خفيفة، وتبلغ سرعتها غالبًا 4 كم/ ساعة (6 أميال في الساعة).

سمى العديد من الفوهات الكبيرة على سطح المريخ نسبة إلى كبار العلماء مثل: كوبرنيكوس، وهيرشيل، وهيجينز، وكيبلر، وجاليليو جاليلي واسحق نيوتن، كما كرم بعض الفلكيين اللاحقين بإطلاق أسمائهم على فوهات كبيرة مثل: شيباريلى ولويل، كما يحمل العديد من الفوهات على سطح المريخ أسماء شخصيات مختلفة، مثل أورسون ويلز منتج البرنامج الإذاعى الشهير «حرب العوالم».

يسمى ضوء الشمس الذى تعكسه الأرض كما يبدو من سطح المريخ (اللمعان الأرضى).

ربما كان (فوبوس) و(ديموس) من بقايا أحد الأقمار التى تحطمت منذ ملايين السنين، ربما حدث ذلك عندما اقترب مدار القمر كثيرًا من المريخ مما أدى إلى انشطاره بفعل قوة الجاذبية المريخية.

توجد أماكن على سطح المريخ تتلاشى فيها موجات الرادار مباشرة بعد الاصطدام بالسطح، يحدث هذا بسبب سمك الغبار المريخى فلا تستطيع الموجات الرادارية اختراقه، وتتجنب مركبات الهبوط مثل هذه الأماكن حيث إنها تستخدم الموجات الرادارية فى تحديد المسافة بينها وبين السطح أثناء الهبوط.

رسم الفنان «شيسلى بونستيل» الذى يصور انجراف الثلج على المنطقة القطبية

يوجد الكثير من الماء المتجمد فى المناطق القطبية على سطح المريخ، ويعتقد العلماء أن الماء سيغمر الكوكب اذا ما ذاب الجليد القطبى.

رسم يصور انشطار قمر المريخ

تحتوى مركبة فايكنج الفضائية على ألواح شمسية وكبسولة معدنية بداخلها مركبة الهبوط

1960م: فشل (مارسينك)
أطلق الاتحاد السوفيتى المسبار (مارسينك 1) نحو المريخ، كانت هذه المركبة الأولى ضمن ثمانى مهمات فاشلة بعث بها الاتحاد السوفيتى للمريخ فى الستينيات من القرن العشرين.

1964م: نجاح مارينر 4
أطلقت الولايات المتحدة (مارينر 3) للمرور بالقرب من المريخ، ولكن فشل، إلا أن مارينر 4 أصبح أول مركبة فضائية تحلق بالقرب من المريخ والذى اتضح أنه كوكب جاف وملىء بالفوهات.

1969م: مركبات مارينر تمر على المريخ
أطلقت كل من مارينر 6 و 7 بنجاح، ونجحتا فى المرور بالقرب من المريخ.

1971م: أول مركبة مدارية
فشلت مارينر 8، إلا أن مارينر 9 نجحت وأصبحت أول مركبة فضائية أمريكية تدور فى مدار حول كوكب غير الأرض.

1971 - 1974م: الإخفاقات السوفيتية
أطلق السوفيت سبع مهمات أخرى نحو المريخ، لكن لم تنجح أى منها بشكل كامل.

1976م: مركبة الهبوط فايكنج:
قامت فايكنج 1 بأول محاولة هبوط ناجحة على سطح المريخ، ثم تبعتها فايكنج 2 .

1988م: المزيد من الإخفاقات:
فشلت المركبتان السوفيتيتان فوبوس1 و فوبوس2 فى العمل كما ينبغى.

1992م: فشل مركبة أوبزيرفر الأمريكية:
فقدت مركبة أوبزيرفر الأمريكية.

1996م : سيرفيور و باثفايندر:
أطلقت الولايات المتحدة مركبة (جلوبال سيرفيور)، بينما فشلت مهمة مركبة مارس 96 السوفيتية المدارية ومركبة الهبوط المرافقة لها، أطلقت الولايات المتحدة مركبة باثفايندر وعلى متنها أول طوافة.

1997م: نجاح منقطع النظير:
هبطت (باثفايندر) على سطح المريخ، ودارت «جلوبال سيرفيور» فى مدار حول المريخ، حقق كل منهما انتصارًا كبيرًا.

1998م: اليابان ترسل مهمتها الأولى:
أرسل اليابانيون مركبة (نازومى)، لكنها فشلت، كما فشلت أيضًا المركبة (مارس كلايمت أوربتر) الأمريكية.

1999م: فشل آخر:
فشلت مهمة المركبة (مارس بولار لاندر) الأمريكية.

2001م: أوديسى تقوم برسم خرائط المريخ:
أطلقت (ناسا) مركبة (مارس أوديسى) عام 2001 ، دارت هذه المركبة فى مدار حول المريخ وقامت برسم خرائط لسطحه.

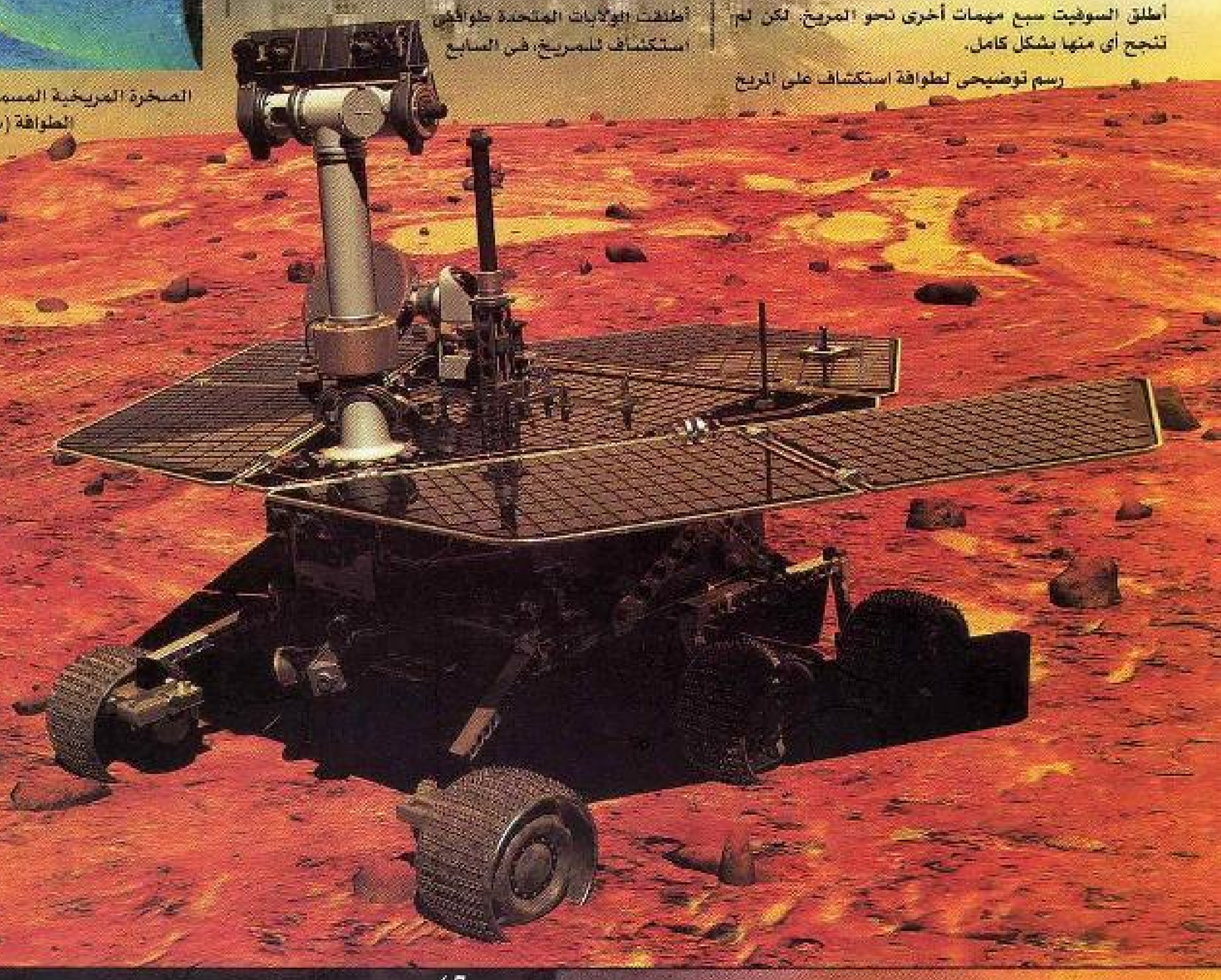
2003 : طوافات استكشاف:
أطلقت الولايات المتحدة طوافتى استكشاف للمريخ، فى السابع

تصور فنى لمركبة «مارس إكسبريس» وهى تدور فى مدارها حول المريخ

والعشرين من أغسطس فى الساعة التاسعة و46 دقيقة صباحًا بتوقيت جرينيتش، لم يحدث أن اقتربت الأرض من المريخ بهذا الشكل منذ 59,619 عامًا، حيث كانت المسافة بينهما 55,8 مليون كم (34,6 مليون ميل). كما أطلقت وكالة الفضاء الأوروبية مركبة (مارس إكسبريس) وعلى متنها مركبة هبوط.

2004م: انتصار وخسارة:
حققت الطوافات نجاحًا كبيرًا، وعلى الرغم من فقدان مركبة الهبوط فقد أبلت المركبة المدارية (مارس إكسبريس) بلاءً حسنًا.

الصخرة المريخية المسماة (هامفرى) وقد حفرت فيها الطوافة (سبيريت) ثقبًا



رسم توضيحى لطوافة استكشاف على المريخ

الخـــط الزمنـــى

المريخ كما يرى عبر تلسكوب هابل الفضائى الذى يدور حول الأرض

قام حكماء العصور القديمة بملاحظة السماء وأعطوا أسماءً ومعانى لما رأوه، ثم انتقلت معرفتهم للعلماء الفلاسفة مثل أرسطو وبطليموس، وبدوره درس كوبرنيكوس وغيره ممن طوروا أفكارًا جديدة أعمال هؤلاء الرجال، بعد ذلك قربت أجهزة التلسكوب الكواكب والنجوم، فقام العلماء بالبحث عن آثار حياة على المريخ، وحولت الثقافة الشعبية هذه النظريات العلمية إلى قصص ومغامرات مثيرة، وهذه ألهمت العديد من الشباب ليصبحوا فلكيين ويقوموا بدراسة الكون، المجموعة الشمسية والمريخ، أصبح الخيال العلمى حقيقةً فى الستينيات من القرن العشرين عندما قام أول مسبار أمريكى بزيارة الكوكب الأحمر.

2000 ق. م - 300 ق.م. القدماء

أطلق قدماء المصريين اسم (هارديكر) - الأحمر - على أحد (النجوم السيارة)، ثم قامت الشعوب اللاحقة برصد الكوكب الأحمر الذى أطلق عليه الرومان اسم إله الحرب عندهم: (مارس) أو المريخ.

القرن الرابع- القرن الأول ق.م

درس أرسطو المريخ وتفكر فى الكون، كما قام هيبارخوس بجدولة مكان النجوم والعديد من الكواكب.

100-200 ميلادية
نظرية مركزية الأرض

قام بطليموس بتدريس نظرية مركزية الأرض، أى أن الشمس والكواكب تدور حول الأرض.

1500-1600 نظرية مركزية الشمس

اعترض كوبرنيكوس على نظرية مركزية الأرض، وأثر فى الفلكيين اللاحقين مما جعلهم يتقبلون نظرية مركزية الشمس.

1600-1750م : قياس المريخ

كان الفلكى الإيطالى جاليليو جاليلى (1564-1642م) أول من رصد المريخ من خلال التلسكوب، كما قام هيجينز بتطوير أجهزة التلسكوب، واعتقد فى إمكانية وجود حياة على المريخ، وبعدها قام الفلكيون بأخذ قياسات أكثر دقة للمريخ.

1726م: قمرا المريخ

وصف الكاتب (سويفت) قمرى المريخ فى قصته الساخرة (رحلات جاليفر).

ثمانينيات القرن الثامن عشر هيرشيل يدرس المريخ

حسب هيرشيل ميل محور دوران المريخ، ووجد أنه يساوى 24 درجةً تقريبًا، كما رجح وجود حياة على الكوكب.

1858م: قناة سيشى

أعاد الفلكى الإيطالى أنجلو سيشى (1818-1878) تسمية بحر الساعة الرملية، الذى اكتشفه هيرشيل، فأطلق عليه اسم (قناة الأطلنطى)، وكانت هذه المرة الأولى التى تستخدم فيها كلمة (قناة) لوصف أحد ملامح سطح المريخ.

أنجلو سيشى

1877م: اكتشاف القمرين

رصد هال قمرين صغيرين يدوران حول المريخ، أطلق هال عليهما اسمى: (فوبوس) و(ديموس).

1877 - 1878م: أسماء وقنوات

وصف شيباريلى الأشكال الهندسية على سطح المريخ بأنها (قنوات) وقد أسيء تفسير كلمته فظن الناس أنه يعنى قنوات صناعية. كما كان شيباريلى يصف ويسمى ما يراه على الكوكب.

فكرة منتشرة فى الثمانينيات من القرن التاسع عشر:

ساد الاعتقاد بأن المريخ كوكب مسكون ولاقت هذه الفكرة صدى لدى راجحى العقل.

1892 : جمع المشاهدات

جمع كتاب (كوكب المريخ) للفلكى الفرنسى كاميل فلاماريون (1842-1925م) كل الأرصاد والملاحظات الخاصة بالكوكب من بداية القرن السابع عشر حتى عام 1892م.

1894 - 1895م: قنوات ونباتات

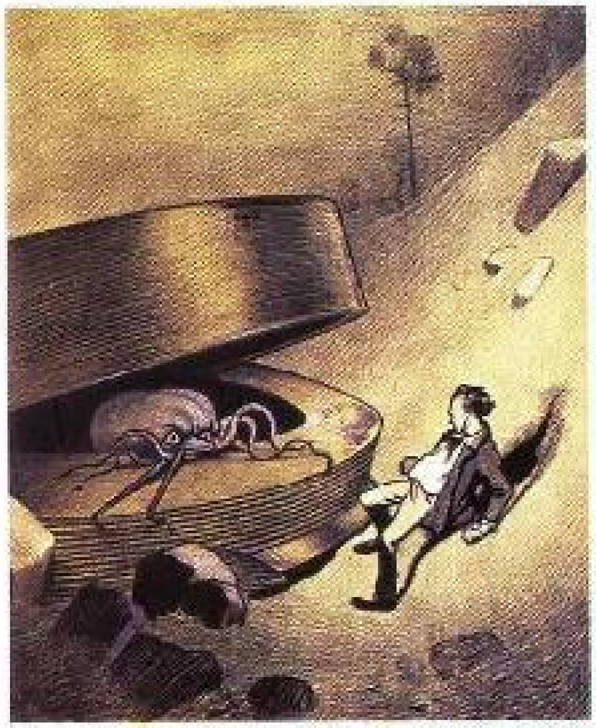
بنى (لويل) مرصد (أريزونا)، وقام بنشر نظريته التى تقول: إن المريخ يحتوى على قنوات، ومياه سائلة ونباتات، عارض (برنارد) هذه النظرية بعد ذلك بقليل.

1896م: مخلوقات مريخية

كتب هـ. ج. ويلز مقالا بعنوان (المخلوقات الذكية على المريخ)، واعتقد أن الحياة على المريخ تطورت بالتوازى مع تلك الموجودة على الأرض.

1897م: حرب الكواكب

أصبح موضوع الربط بين سكان المريخ على الأرض مادة خصبة للكتاب والمؤلفين، ولاقت رواية (حرب العوالم) للمؤلف (ويلز) رواجا بين القراء.



رسم من رواية (حرب العوالم)

1907م: نظرية جديدة للقنوات

فسر العالم الإنجليزى ألفريد والاس (1823-1913) قنوات المريخ على أنها مظاهر سطح طبيعية.

1912م: (باروز) على المريخ

بدأ (باروز) يكتب قصص مغامرات عن المريخ، كان أولها (تحت أقمار المريخ)، وقد أثر كل من (باروز) و(ويلز) و(لويل) فى القصص والأفلام التى تناولت المريخ فى المستقبل.

بيرسيفال لويل

1938 : فزع على موجات الإذاعة

أثارت الدراما الإذاعية (حرب العوالم) الفزع فى ولاية نيوجيرسى الأمريكية.

مشاهدة المريخ

أنسب وقت تشاهد فيه المريخ هو أثناء (المقابلة)، أى عندما يكون المريخ فى أقرب نقطة من الأرض، ويحدث هذا كل عامين، مثلاً 2005 ، 2007 إلخ، ويكون ذلك فى شهر أغسطس أو سبتمبر، ويمكن رؤية المنطقة القطبية فى المريخ باستخدام أى تلسكوب متوسط الجودة، وربما تبدو المناطق الداكنة على سطح الكوكب باللون الأخضر، لكن هذا يحدث بسبب التناقض اللونى بين البقع الفاتحة والغامقة، وتحدث أفضل المشاهدات كل 15 أو 17 عامًا عندما تحدث المقابلة الأكثر قربًا بين الكوكبين.

مواقع إلكترونية مفيدة بالإنترنت:

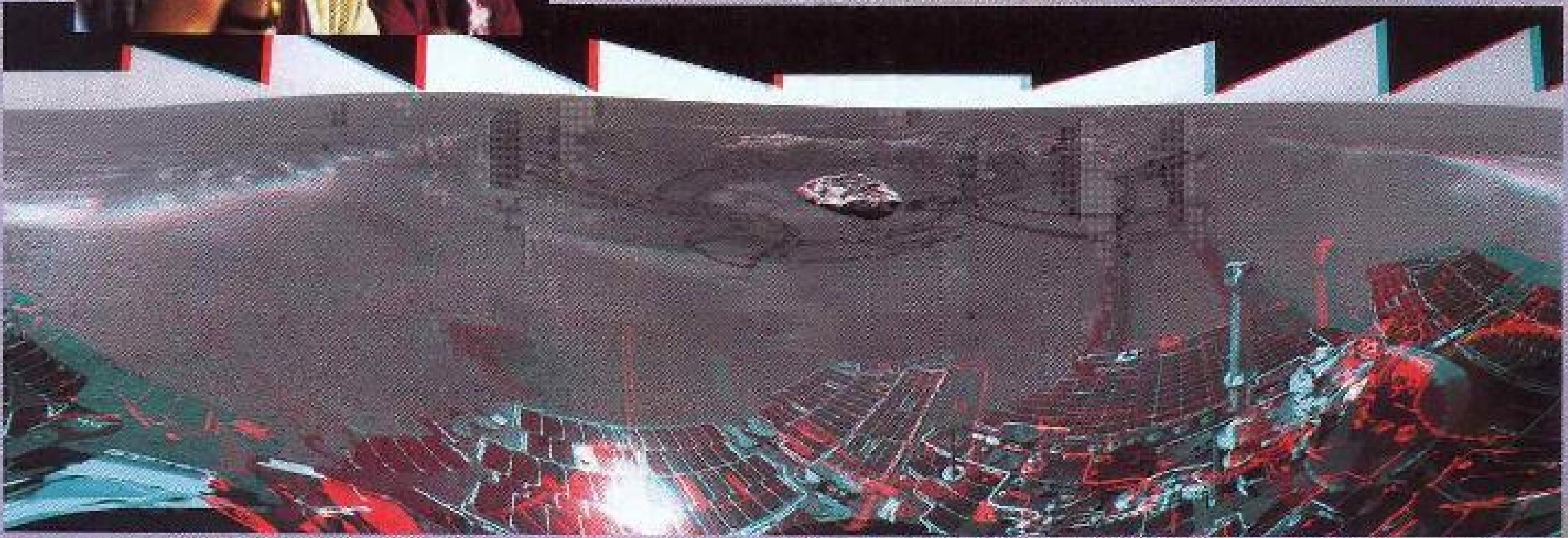
- صور رائعة التقطتها المركبة مارس جلوبال سيرفيور التابعة لوكالة ناسا.
http://mars.jpl.nasa.gov/mgs/
- أرشيف ناسا على الموقع الخاص بالمركز القومى لبيانات العلوم الفضائية.
http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/planets/marspage.html
- دليل ناسا حول تصنيع النظارة ثلاثية الأبعاد بنفسك.
www.nasa.gov/audience/forkids/activities/A_Make_3D_Glasses.html
- موقع وكالة الفضاء الأوروبية.
www.esa.int
- موقع يعرض تحديثات منتظمة عن نتائج استكشاف المريخ.
www.planetary.org.uk
- موقع مثير تم تصميمه على غرار الصحف الإخبارية.
www.marsdaily.com
- موقع منظمة مجتمع المريخ.
www.marssociety.org.uk
- موقع يقدم معلومات عن الرحلة الاستكشافية للمركبة بيجل 2.
www.beagle2.com
- موقع يقدم أحدث الأخبار عن رحلات استكشاف الفضاء.
www.rednova.com
- موقع تثقيفى حول استكشاف الفضاء وتطوير وسائل معرفة أسراره.
www.seds.org
- موقع يعرض تاريخ استكشاف الفضاء.
www.solarviews.com
- موقع للأخبار والمقالات.
www.space.com

المنظار العائلى

إن هذا التلسكوب المزود بعدسة ومرآة وحاسوب للتحكم ومحرك مشغل بالبطارية يعتبر معقدًا بالنسبة للصغار، ولذا يمكن لأحد الكبار ضبطه. يعتبر المريخ أحد أكثر الأهداف إثارة بالنسبة للفلكيين الهواة، فهو الكوكب الوحيد الذى يستطيع أى هاو أن يلاحظ تغير الفصول عليه، وتستطيع المناظير متوسطة الحجم رؤية الثلج القطبى وهو ينكمش ويتمدد مع تغير الفصول.

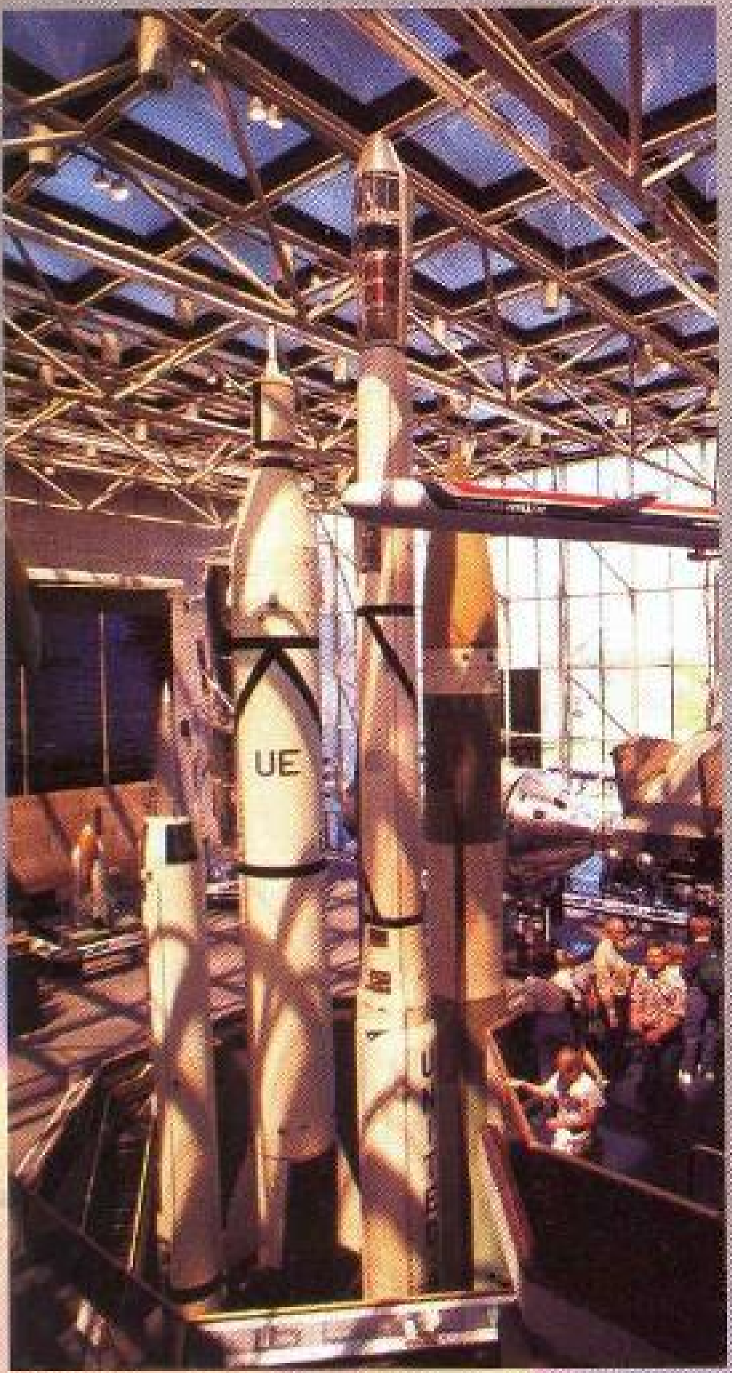
المريخ من خلال نظارات ثلاثية الأبعاد

يرتدى العلماء نظارات خاصة بالرؤية ثلاثية الأبعاد كى يتمكنوا من مشاهدة الصور البانورامية المرسلة من قبل الطوافة المستكشفة للمريخ بشكل أفضل، ويظهر فى الصورة ثلاثية الأبعاد فى الأسفل فوهة (إيجل) من منظور الطوافة (أوبرتيونيتى)، وتبدو آثار الطوافة واضحةً على الرمال المريخية. تنظر هذه الصورة التى التقطتها كاميرا الطوافة على بتلات مركبة الهبوط المفتوحة.



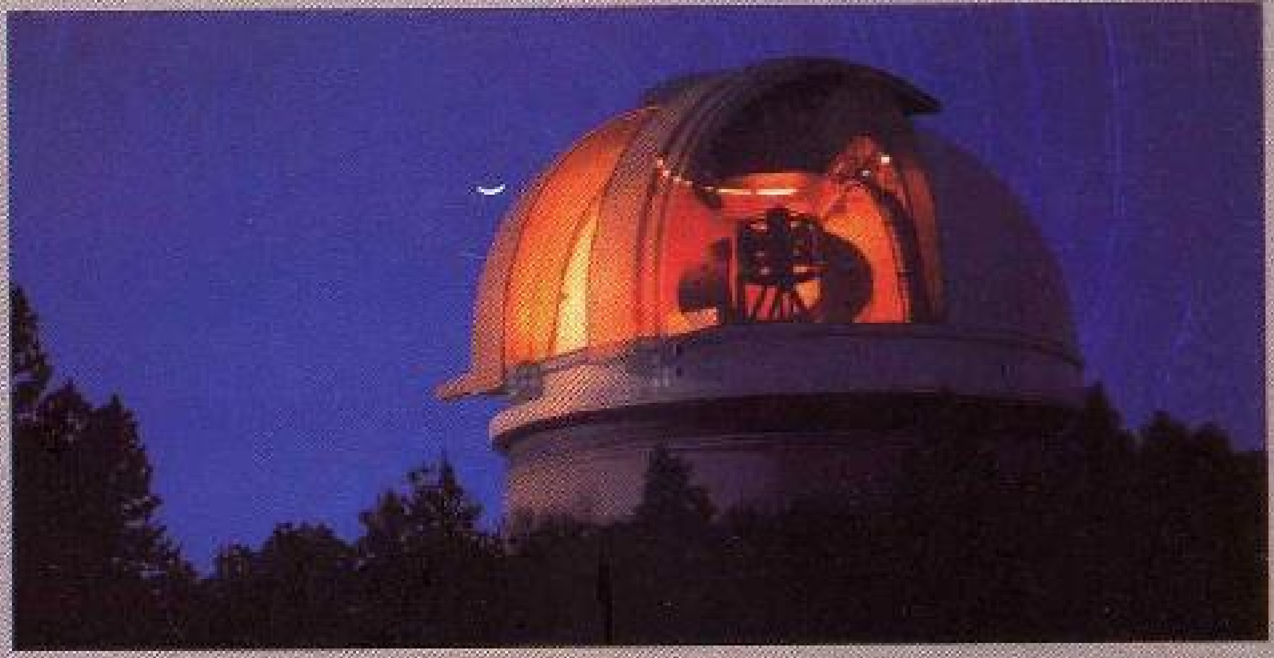
اكتشـــف المزيـــد

تتسع معرفتنا بالمريخ بنفس قدر ازدياد الاهتمام الجماهيرى به، وقد صار التعرف على المريخ تجربةً ممتعةً ومتجددة بفضل المتاحف والمراصد والقباب السماوية والمواقع على الإنترنت والمدارس أيضًا، توجد لدينا خيارات عديدة إذا ما أردنا مشاهدة صور المريخ أو المهمات التى أطلقت نحوه أو التكنولوجيا المستخدمة فى ذلك. يمكننا ذلك إما عن طريق أجهزة التلسكوب أو عن طريق المتاحف العلمية.



المتحف القومى للفضاء والطيران

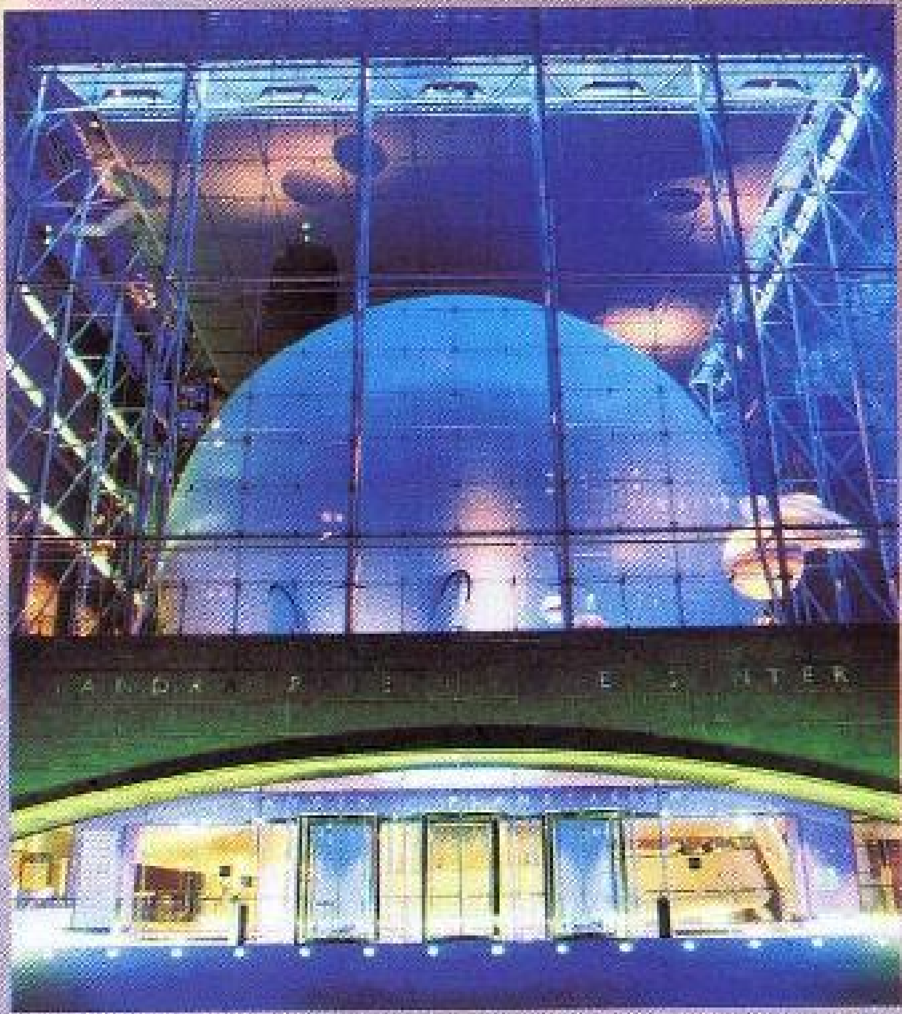
يحتوى معرض السباق الفضائى فى المتحف القومى للفضاء والطيران بمدينة واشنطن على أكبر مجموعة من مركبات فضائية تاريخية فى العالم، فهو يعرض صواريخ عسكريةً وفضائيةً على حد سواء، وتستطيع الصواريخ المصممة لحمل القنابل أن تقذف بالمركبات الفضائية وروادها للفضاء الخارجى. يمكن لزوار هذا المعرض أن يشاهدوا تطور الصواريخ منذ كانت تعمل بالوقود السائل حتى نموذج أبولو 11.



اقتـرب أكثـر

المرصد هو مبنًى مصمم خصيصًا لرصد الظواهر الفلكية، وغالبًا ما يبنى على قاعدة دائرية، ويحتوى على قبة دوارة، مزودة بأجهزة تلسكوب بأحجام مختلفة، ويحتوى المرصد الملكى البريطانى بجرينيتش على منظار كاسر قطره 71 سم (28 بوصة)، وهو أكبر منظار من نوعه فى المملكة المتحدة وسابع أكبر منظار فى العالم. تفتح بعض المراصد أبوابها للعامة حتى يتمكن الناس من النظر للسماء بأنفسهم.

صوبة على شكل قبة حيوية



محاكـاة السمـاء

تحاكى القباب السماوية منظر السماء باستخدام المؤثرات داخل قاعة عرض، يجلس الزوار داخل قاعة مظلمة ليشاهدوا العرض على شاشة، كما يستمعون للتعليق المصاحب، ويتم الإشارة لمواقع النجوم والكواكب، وتستخدم بعض القباب السماوية تكنولوجيا (أيماكس) وأجهزة محاكاة الواقع الافتراضى كى تجعل المشاهدين يشعرون كأنهم يحلقون فى السماء.

الكواكب المشترية: هى الكواكب الأربعة الغازية الخارجية العملاقة: المشترى، وزحل، وأورانوس، ونبتون.

الكويكبات: الأجرام السماوية الصغيرة التى تدور حول الشمس بين كل من المريخ والمشترى.

اللب: الجزء المركزى من الكوكب، ويتكون أغلب لب الأرض من الحديد، وكذلك لب المريخ.

الماجما (الصهارة): الصخور المنصهرة الموجودة فى قشرة الكوكب، والتى تصبح حممًا إذا خرجت إلى السطح.

المتاهة: شبكة متداخلة من الأودية.

المجموعة الشمسية: تتكون من الشمس وكل الأجرام التى تدور حولها.

المخروط: قمة البركان التى شكلتها الحمم المتساقطة على الجوانب، والتى تبرد وتتجمد لتشكل منحدرات حادة.

المدار: المسار الذى يتخذه جسم ما حول جسم آخر أو نقطة ما.

المركبة المدارية: المركبة الفضائية التى تدور فى مدار حول كوكب من الكواكب.

مركبة هبوط: الجزء من مركبة الفضاء الذى ينفصل عنها ليهبط على سطح الكوكب.

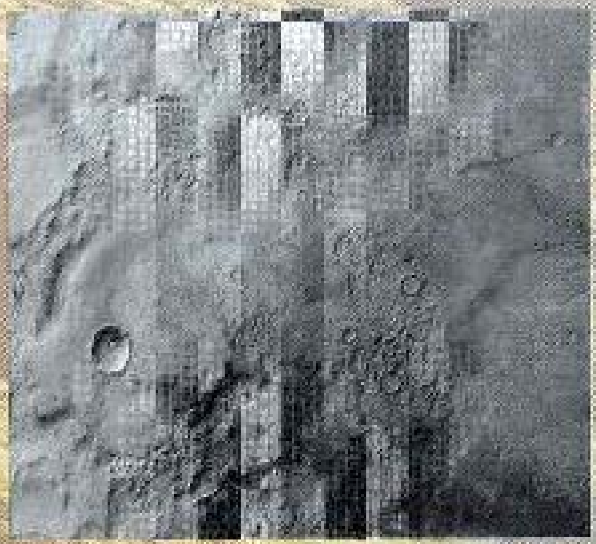
فوق أوليمبس موتر

مركزية الأرض: هى النظرية التى تقول إن الأرض هى مركز المجموعة الشمسية، وإن الشمس والكواكب تدور حولها.

مركزية الشمس: النظرية التى تقول إن الشمس هى مركز المجموعة الشمسية وإن الكواكب تدور حولها.

المرور (فلاى باى): هو أن تحلق مركبة فضائية أو مسبار بالقرب من كوكب ما بدون أن تهبط عليه أو تتخذ مدارًا حوله.

المسبار: مركبة فضائية مهمتها أن تقترب من الكوكب، لكن لا تهبط على سطحه ولا تتخذ مدارًا حوله كما أنها لا تعود للأرض.



هيلاس بلانيتيا

لوروس فاليس

المقابلة: هى عندما يمر جرم سماوى بين الشمس وجرم سماوى آخر، تصبح الأرض والمريخ فى مقابلة عندما تمر الأرض بين المريخ والشمس، مما يجعل المريخ على الناحية الأخرى للأرض بالنسبة للشمس.

المقذوفات: المواد التى يتم قذفها خارج فوهة الاصطدام عند تكونها كالطين والصخور المتشظية.

المقياس الطيفى (سبكتروميتر): أجهزة علمية تقوم بقياس امتصاص وانبعاث الضوء والإشعاعات الأخرى، ومن خلال دراسة نتائج المقياس الطيفى يتمكن العلماء من تحديد المعادن والمواد الكيمياوية الموجودة فى صخور كوكب ما وتربته.

مونس: أى جبل، غالبًا ما يكون بركانًا.

النجوم السيارة: اسم أطلقه القدماء على الكواكب؛ وهذا لأنها تبدو كأنها تتحرك على صفحة السماء، بينما تحتفظ النجوم «الثابتة» بمواقعها النسبية فى السماء.

النيزك: الجزء المتبقى من الصخرة الفضائية التى تنجو من الاحتراق عند عبورها الغلاف الجوى فتصطدم بسطح الأرض.

الوشاح: الجزء الذى يقع تحت قشرة الكوكب ويحيط باللب.

نموذج ثلاثى الأبعاد
للقطب الشمالى على المريخ

المصطلحات

أبراج الثلج: أشكال متجمدة تكونت بفعل الفتحات التى يتسرب منها بخار الماء من باطن الأرض فى قارة أنتاركتيكا القطبية الجنوبية، وتكون درجة الحرارة داخلها أعلى من البيئة المحيطة.

باتيرا: فوهة ضحلة، غالبًا ما تكون بركانًا.

البركـان: فتحة فى سطح الكوكب تصعد من خلالها الحمم والغازات والرماد.

أوليمبس مونز كالديرا

البركـان الدرعـى: البركان الذى يتخذ شكل قبة مسطحة ذات منحدرات تدريجية، ويتشكل بفعل الضغط الذى تسببه الماجما الصاعدة من باطن الأرض، والتى ترفع السطح عند تدفق الحمم.

البقعـة الحـارة: نقطة على سطح الكوكب تكون أدفأ من البيئة المحيطة، ويمكن أن تكون الحرارة بفعل الحمم الصاعدة من الطبقة المحيطة باللب.

صدع جانجز

بلانـوم: سهل مرتفع.

بلانيـتـيـا: سهـول مسطحة منخفضة.

التـابـع: هو جرم يدور حول جرم أكبر منه، وإذا كان مركبة من صنع الإنسان سمى قمرًا صناعيًا.

التصـدع: شق فى سطح الأرض وعادة ما يكون أخدودًا عميقًا.

تعديل السطح (التأريض): هى عملية تغيير مناخ الكوكب لجعله أكثر ملاءمة للحياة، أى أقرب لمناخ الأرض.

التعـريـة: تآكل الصخور والتربة بفعل الرياح أو المياه.

الثوران الانفجارى: الثوران العنيف للبركان، والذى يقذف بالركام عاليًا فى الهواء، وتكون الحمم المتدفقة منحدرًا حادًا.

ثولوس: جبل صغير على شكل قبة، غالبًا ما يكون بركانًا.

الحمم البركانية (لافا): صخور منصهرة تتدفق من باطن الأرض إلى السطح.

الـدوران: هو دوران الكوكب حول محوره دورة كاملة، ويمثل يومًا على هذا الكوكب.

الـدورة: هى دوران كوكب حول الشمس أو قمر حول كوكبه دورة كاملة.

الرمـاد: مادة ناعمة صغيرة الجزيئات تنتج عن انفجار البراكين، ويتم قذفها فى الهواء على هيئة سحابة.

الشـهاب: الوهج الذى نراه عندما تخترق صخرة فضائية الغلاف الجوى وتحترق، ويسمى النجم الثاقب.

الشيطان الترابى: رياح متصاعدة دوارة، تثير الأتربة والتربة لتشكل دوامة صغيرة تتحرك على الأرض.

الصخور الفضائية: هى صخور صغيرة تسبح فى الفضاء.

الطـرف: الحافة الخارجية أو الأفق لأى جرم سماوى كما يرى من الفضاء.

الطـوافـة: ماكينة آلية تسير فوق سطح كوكب وتجرى التجارب، أو ربما تنقل رواد الفضاء من مكان لآخر.

طوافة سطحية صغيرة: ماكينة آلية صغيرة تستطيع أن تسير على سطح كوكب ما لإجراء التجارب العلمية.

العصر الأمازونى: آخر العصور التى مر بها المريخ، بدأ منذ حوالى 2.5 بليون سنة وما زال مستمرًا إلى اليوم.

العصر النوكى: أول عصور المريخ، بدأ منذ حوالى 4,5 بليون عام وانتهى منذ 3,5 بليون عام.

العصر الهيسبيرى: هو العصر المتوسط من عصور المريخ، بدأ منذ حوالى 3,5 بليون سنة، وانتهى منذ حوالى 2,5 مليون سنة.

علم الأطياف (سبكتروسكوبى): دراسة كيف تعكس أو تشع المواد المختلفة الضوء، ويسجل المقياس الطيفى (سبكترومیتر) هذه النتائج.

علم الفلك: علم دراسة النجوم والكواكب والقوانين التى تحكم تحركاتها.

الغطـاء القطبـى: غطاء من السحب يتكون فوق المنطقة القطبية الشمالية على المريخ خلال فصل الشتاء.

فاستيتاس: مساحة شاسعة من الأراضى المنخفضة.

فاليس: واد، وغالبًا ما يكون متعرجًا.

فتحة جيولوجية: هى فتحة فى قشرة الكوكب تتدفق منها المواد البركانية.

الفـوهـة: انخفاض فى سطح الأرض غالبًا ما تكون له حافة، ويتكون بفعل اصطدام نيزك، وهو أيضًا الانخفاض الموجود عند فتحة البركان.

فوهة الاصطدام: منخفض على شكل حوض تكون نتيجة اصطدام جرم بسطح كوكب إثر سقوطه من الفضاء، وغالبًا ما تحيط بها حافة ومقذوفات ركامية.

فوهات الاصطدام الثانوية: فوهات إضافية يسببها تساقط المقذوفات أثناء تشكل فوهة الاصطدام الأساسية.

القبة الحيوية (البيوسفير): نظام طبيعى يحتوى على جميع العناصر اللازمة للحياة، بما فى ذلك الأمطار والدفء وإمكانية إنتاج هواء قابل للتنفس.

القشـرة: هى الطبقة الخارجية من سطح الكوكب، أعلى الوشاح واللب.

القطع الناقص: هو الشكل البيضاوى الذى تتخذه مدارات الكواكب والأقمار الطبيعية، وكذلك الصناعية، فمدارات الكواكب عبارة عن أشكال بيضاوية (إهليلجية) وليست دائرية.

كالديرا (فوهة القمة): منخفض ضخم يوجد على قمم البراكين، وينتج عن انهيار غرفة الصهارة أو عن انفجار بركانى، والذى يتسبب فى إزالة الجزء الأعلى من البركان.

لوحة لمتاهة نوكتيس (نوكتيس لابيرنث)

الكشاف

(أ)

أسيداليا بلانيتيا 37، 59
آريز (المسح البيئى الجوى للمريخ على نطاق الإقليم) 60
آريس فاليس 28-29
آلة كشط الصخور 53
أبراج الجليد 50-51
أبوليناريوس باتيرا 41
أرابيا تيرا 22، 39، 42، 58
أرجير بلانيتيا 31، 33، 39
أرسطو 7
الأرض 6، 12، 16-17، 19، 24-25، 33، 38، 40، 42-45، 48-51، 59، 62-63
أريزونا 9، 53، 63
أستراليا 20
إفريقيا 48-49
ألاباما 13
ألان هيلز 49
ألبا باتيرا 33، 41
ألبور تولوس 46، 57
ألمانيا 8، 13، 60
أليتا ملكة المريخ 11
أمازونيس بلانيتيا 22-23، 39
أنتاركتيكا 48-51
أنطونيادى، يوجين 12
أوقاكو فاليس 42
أوليمبس مونز 19، 32-33، 40-41
إليسيوم بلانيتيا 39-41، 57
إليسيوم مونز 33، 46
إنجلترا 8
إيجل (طائرة) 60
إيسيديس بلانيتيا 46، 54، 56
إيطاليا 9

(ب)

بابل 6
بارون، إدجار رايس 11
بحر الساعة الرملية 8
برادبورى، راى 10
براون، فيرنر فون 13
برنارد، إدوارد 9
برنامج استكشاف المريخ 60
بطليموس، كلوديوس 6-8
بلانوم أوسترال 33-34
بلانوم بوريام 33-34
بلوتو 16-17
بولندا 8
بونستيل، شيسلى 13
البيئة الكوكبية 62
بيجل (2) 54، 56-57
بيرى باول 52-53
بيكارينج، ويليام 14

(ت)

التأريض 62-63
تصدع بوريال 43
تصدع كاندور 37
تلال النيازك 49
تيرا سيميريا 39
تيرهينا باتيرا 41

(ج)

جبل أوليمبس 19
جبل إيفرست 32، 40
جبل إريباس، أنتاركتيكا 51
جزيرة روس، أنتاركتيكا 51
جهاز ليزر لقياس الارتفاع 30-31، 47
جوردون، فلاش 10،11
جونسون، ليندون 14

(ح)

حرب العوالم 10
حزام الكويكبات 16
حوض فوهة بروميثيوس 34

(د)

دولفوس، أودوين 13
ديث فالى (وادى الموت) 43
ديموس 18، 26-27

(ذ)

ذراع حمل المعدات 52

(ر)

الرأس المتوج 59
رحلات جاليفر 26
رسم الدولفين 59
روما 6-7
رومبولوس وريموس 7
ريول فاليس 50

(ز)

زحل 6، 16-17
الزهرة 6، 14، 16-17

(س)

سوجورنير تروث 29
سويفت، جوناثان 26
سيدونيا 59
سيرانيوس تولوس 41
سيرتيس ماجور 59
سيريا بلانوم 59
سيلفانوس 7

(ش)

شبكة الفضاء العميق 20
شمال إفريقيا 49
الشمس 6، 16-17، 54
شياريلي، جيوفاني 9

(ص)

صاروخ الدفع سويوز/فريجات 56
الصحراء الكبرى 49
صدع أوفير 37
صدع إيوس 37
صدع ميلاس 37

(ط)

طوافات استكشاف المريخ 52-53، 60-61
الطوافة أوبرتيونيتى 52-53
الطوافة سبيريت 52-53
الطوافة سوجورنير 28-29

(ع)

العصر الأمازونى 22-23
العصر النوكى 22-23، 24، 44
العصر الهيسبيرى 22-23
عطارد 6، 16-17

(ف)

فاليس ماريتيريس 19، 25، 32-33، 36-37، 45-47، 57
فايكنج (1)، فايكنج (2) 20-21، 34
فرنسا 12-13، 48، 60
فريق أنتاركتيكا للبحث عن النيازك 49
فلوريدا 20، 28
فنلندا 60
فوبوس 18، 26-27، 54، 63
فوبوس (1)، فوبوس (2) (مسباران) 54
فوهة الوجه المبتسم 39
فوهة جال 39
فوهة جوسيف 45، 52
فوهة راسل 42
فوهة ستيكنى 27
فوهة شياريلى 22
فوهة هيرشيل 42
فينيكاس لاكوس 59

(ق)

قاعدة بايكونور الفضائية 56
القباب الحيوية 62-63
القمر 6، 13

(ك)

الكابيتان 52-53
كازاخستان 56
كاسى فاليس 44
كاليفورنيا 9، 12، 20، 43، 48
كاميرا مارس إكسبريس المجسمة عالية التفريق 40، 57
كبلر، يوهانس 8
كريس بلانيتيا 20-21، 28، 44، 46
كلاميدوموناس نيفاليس (طحلب الثلج) 50
كوبرنيكوس، نيكولاس 8
كويبر، جيرارد 12
كيب كانافرال 30

(ل)

لويل، بيرسيفال 9
ليبيا 49

(م)

ماديم فاليس 45
مارس أوبزيرفر 55
مارس أوديسى 28-31، 46-47، 51
مارس باثفايندر 28-30
مارس بولار لاندر 55، 60
مارس جلوبال سيرفيور 30-34، 39، 42، 58-59
مارس كلايمت أوربتر 55
مارسيس (رادار المريخ المتقدم لتفحص الأسطح السفلية والغلاف الأيونى المريخى) 56
مارينر (4) 14-15
مارينر (6) مارينر (7) 14-15
مارينر (8) 18
مارينر (9) 18-19
مازاتزال 53
ماونا كى 32، 40
متاهة نوكتيس 25، 36-37
المجسطى 7
المجموعة الشمسية 6، 16-17، 32، 36
مختبر الدفع النفاث 14
مختبر المريخ العلمى 60
مرتفعات توين 28
المرتفعات الجنوبية 60
مرصد البحرية الأمريكية 26-27
مرصد بالومار الفلكى 12
مرصد لويل 9
مرصد ليك 9
مرصد ميدون الفلكى، باريس 12
مرصد هارفارد 27
المركبة المدارية مارس إكسبريس 56-57
المركبة المدارية نوزومى 55
مركبة الهبوط فينيكس 60
مركز كيندى الفضائى 20، 28
مركز مارشال للرحلات الفضائية 13
المريخ
الاستعمار 62-63
الأخاديد 19، 36-37
الأقمار 18، 26-27، 54
الألغاز 58-59
الأنهار 44-45
البحث عن حياة 14، 15-16، 48-53، 56
البراكين 18-19، 22-23، 32-33، 40-41، 46، 57، 62-63
الصخور 28-29، 48-49، 60-61
الغلاف الجوى 20-21، 24-25، 30-31، 34-35، 40-43، 55-57، 60، 62-63
الفوهات 14-15، 22-23، 26، 38-39
الكثبان الرملية 42-43
الماء/ الماء المتجمد 22-23، 24-25، 46-47، 50-57، 62-63
المناطق القطبية 19، 24-25، 33-35، 42-43، 46-47، 57، 60، 62-63
نظرية القنوات 8-9، 11-12، 34
النيازك 22-23، 38-39، 48-49
المشترى 6، 16-17
مصر 6-7، 58-59
المصور الميكروسكوبى 53
المقياس الطيفى أوميجا 57
مقياس طيفى يعمل بأشعة جاما 31
منطقة ثارسيس 23، 33، 36-37، 40-41، 46، 63
مهمات فايكنج 20-21، 30، 59
مهمات مارسنيك 54
مهمات مارينر 14-15، 30
مهمة فى المريخ 11
مهمة مارس إكسبريس 30، 40، 46-47، 54، 56-57
ميريدياني بلانوم 52
ميتج عديم الرحمة 11

(ن)

نبتون 16-17
نتلاندر 60
نوكيس تيرا 22
نيرجال 6
نيرجال فاليس 19
النيزك ALH 84001 48، 49

(هـ)

هار ديكر 6
هاواى 32، 40
هجوم المريخ 11
هول، أساف 26-27
هول، أنجيلين ستيكنى 26-27
هولندا 8، 12
هيبارخوس 7
هيجينز، كريستيان 8
هيرشيل، ويليام 8
هيسبيريا بلانوم 22
هيكاتيس تولوس 46
هيلاس بلانيتيا 25، 33، 38، 40-41، 46، 50-51
الهيماتيت 7

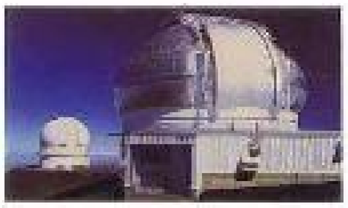
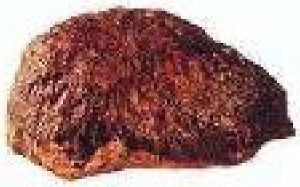
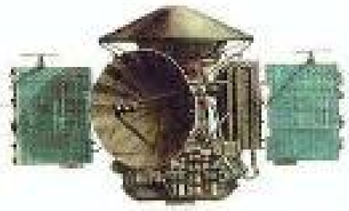
(و)

وجه على المريخ 58
وجه نيفرتيتى 59
وكالة الطيران والفضاء الأمريكية (ناسا) 13-15، 19، 28-31، 52، 60-63
وكالة الفضاء الأوروبية 46، 54، 56
ويلز، أورسون 10
ويلز، هـ. ج. 10

(ى)

اليابان 55
اليمن 45
يوتوبيا بلانيتيا 46

مشاهدات علمية

المريخ

تعرف كل الحقائق التى تهمك عن المريخ، بدءًا من الفرضيات والمشاهدات الأولى، وصولاً إلى الاكتشافات المثيرة التى حققتها الرحلات الأخيرة إلى هذا الكوكب الغامض الزاخر بالأسرار.

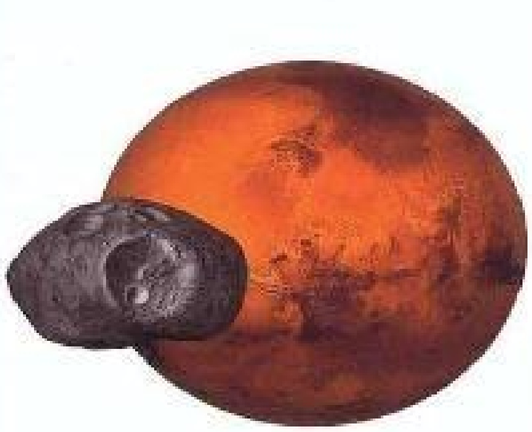
بين يديك كتاب ثرى بأحدث الصور الفوتوغرافية المذهلة التى التقطتها الطوافة «مارس إكسبلوريشن» التابعة لوكالة «ناسا» ضمن برنامج استكشاف المريخ.

شاهد

آثار الأجواء المناخية القاسية على المريخ • بركانًا يبلغ ارتفاعه ضعف ارتفاع قمة جبل إيفرست • أخدودًا عظيمًا يبلغ من الضخامة ما يجعله يقطع قارة أمريكا بأكملها

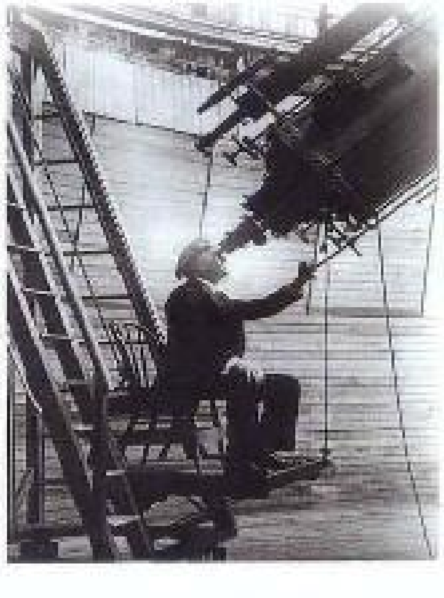
تعلم

ما كان سائدًا من الاعتقادات لدى الفلكيين القدامى بشأن هذا الكوكب • كيف يبحث العلماء عن أدلة وجود حياة على المريخ • جانبًا من الاكتشافات المثيرة التى حققتها المسابر الفضائية مارينر وفايكنج وفوبوس



اكتشف

الغطاء الجليدى الهائل عند قطبى المريخ • أودية «الأنهار» والقنوات المائية • كيف يُتصور أن يتمكن البشر يومًا من الحياة فوق سطح المريخ



وغير ذلك الكثير والكثير

نهضة مصر
للطباعة والنشر والتوزيع